Aus dem Physiologischen Institut der Königl. Tierärztlichen Hochschule zu Dresden.
(Geheimer Rat Professor Dr. med. et phil. Ellenberger.)

Ueber den Magenmechanismus.

Eine geschichtliche Studie.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen veterinär-medizinischen Fakultät

der

UNIVERSITÄT ZÜRICH

vorgelegt von

G. Pöschmann

Tierarzt in Neukirchen.

Dresden 1910. Buchdruckerei Otto Franke.

Von der veterinär-medizinischen Fakultät der Universität Zürich auf Empfehlung von Herrn Geheimen Rat Professor Dr. Ellenberger, auf Antrag von Herrn Professor Dr. Zangger zum Drucke genehmigt.

Zürich, den 8. Januar 1910.

Der Dekan:
Bürgi.

611.33
P84u

Seinen lieben Eltern

gewidmet

vom Verfasser.

p 52327

Digitized by the Internet Archive
in 2017 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign Alternates

https://archive.org/details/ueberdenmagenmec00posc

Einleitung.

In den letzten Dezennien ist infolge der Entwicklung der Chemie und speziell der physiologischen Chemie eine nicht unerhebliche Anzahl wichtiger physiologischer Fragen ihrer Lösung wesentlich näher gerückt worden, manche Fragen haben auch ihre volle, vielleicht endgültige Lösung gefunden.

Dies ist auch bezüglich der Kenntnis des Ablaufes und der Bedeutung der Verdauung überhaupt und auch der Magenverdauung im speziellen der Fall gewesen. Es lag deshalb die Gefahr nahe, die Bedeutung der Chemie für die Erforschung der Lebensvorgänge zu überschätzen. Besonders war dies der Fall bezüglich der Verdauungsvorgänge und in erster Linie bezüglich der Magenverdauung, bei deren Beurteilung man schon mehrfach aus einem Extrem ins andere verfallen war, indem sie zeitweise als ein rein mechanischer, zeitweise als ein rein chemischer Akt aufgefaßt worden war. Auch die Neuzeit neigte seit Schwanns und Eberles Entdeckung des Pepsins, besonders nach der bereits früher erfolgten Entdeckung der Säure im Magensaft dazu, die Bedeutung der chemischen Vorgänge zu überschätzen und den mechanischen jede Bedeutung abzusprechen.

In Erkenntnis dieser Gefahr hat man in neuester Zeit, d. h. in den letzten 3 Jahrzehnten, auch großen Wert auf die Erforschung der dabei mitwirkenden mechanischen Vorgänge gelegt.

Mit Recht war man somit bestrebt, neben dem Studium des Chemismus der Magenverdauung nicht das des Mechanismus zu vernachlässigen.

Eine beträchtliche Menge von Autoren hat in neuester Zeit über die Art und Weise, wie der Mageninhalt in den Magen eintritt, dort mechanisch verarbeitet und vorwärts getrieben wird, wie überhaupt die Tätigkeit der Magenwandungen den Verdauungsprozeß unterstützt, Untersuchungen angestellt.

Ueberblickt man die durch diese Untersuchungen festgestellten Tatsachen, so erkennt man, daß die höchst zweckmäßige und sinnvolle Art und Weise, wie die Magenverdauung abläuft, nur durch das genau abgestimmte Ineinandergreifen chemischer und mechanischer Vorgänge möglich ist.

Bei der zweifellos außerordentlichen Bedeutung, die den mechanischen Funktionen des Magens bei Ablauf der Magenverdauung zuzumessen ist, erscheint es wertvoll und höchst interessant, die Anschauungen älterer und der ältesten Physiologen über diese Fragen und den Wechsel der Anschauungen im Verlaufe der Jahrhunderte kennen zu lernen.

Ich habe mich infolgedessen gern auf Anregung von Herrn Geheimen Rat Professor Dr. med. et phil. Ellenberger der Aufgabe unterzogen, die Anschauungen, die bis jetzt von allem Anfang an über den Mechanismus der Magenverdauung geäußert worden sind, möglichst vollständig zusammenzustellen und von gemeinsamen Gesichtspunkten aus betrachtet in der nachfolgenden Schrift niederzulegen.

Um dieser Aufgabe gerecht zu werden, war es nötig, umfangreiche Literaturstudien vorzunehmen. Da es nicht immer leicht war, die zum Teil seltenen Werke zu beschaffen und die schwierigen fremdsprachlichen Texte besonders der älteren Werke zu lesen, und da oft genug lange Abhandlungen durchgelesen werden mußten, in denen sich schließlich nicht eine Zeile über die Mechanik der Magenverdauung fand, ist die Lösung meiner Aufgabe eine sehr zeitraubende und mühevolle gewesen.

Es sind die alten griechischen Philosophen gewesen, die die ersten Anschauungen über den Ablauf der Magenverdauung geäußert haben*). Vielleicht mit Ausnahme einer Anzahl der Werke des Hippokrates (48) sind von diesen wichtigen Dokumenten leider nur wenige Bruchteile erhalten geblieben, und auch diese geben uns nur ein mehr oder weniger unvollkommenes Bild der damaligen Auffassung über die Verdauungsvorgänge.

Außerdem weichen diese Schriften inhaltlich wesentlich voneinander ab. Auch scheinen die hier in Frage kommenden Gelehrten des Altertums über den Mechanismus der Magenverdauung gar keine oder nur höchst unbestimmte Vorstellungen gehabt zu haben.**)

Hippokrates bezeichnete den Verdauungsprozeß als eine Kochung (πέπσις) und scheint der mechanischen Tätigkeit des Magens keine Bedeutung für die Verdauung beigelegt zu haben. Er hat über die Art und Weise, wie die Nahrung, sei es feste, sei es flüssige, in den Körper gelangt und daselbst verarbeitet wird, eine eigenartige, etwas unklare Vorstellung, wie sie alle Hippokratiker und selbst Plato (97) gehabt haben. Nach Hippokrates Ansicht gelangt die feste Nahrung und der

*) Es mag nebenbei bemerkt sein, daß man früher, und zwar bis in das zweite Drittel des 19. Jahrhunderts hinein annahm, daß die gesamte Verdauung im Magen ablaufe, und man dem Darm gar keine verdauende Tätigkeit zuwies.

**) In kurzer Form gibt Celsus (18) diese divergierenden Anschauungen in folgenden Worten wieder: „Ex quibus, quia maxime pertinere ad rem concoctio videtur, huic potissimum insistunt; et duce alii Erasistrato, teri cibum in ventre contendunt; alii Plistonico Praxagorae discipulo putrescere; alii credunt Hippokrati per calorem cibos concoqui; acceduntque Asclepiadis aemuli qui omnia ista vana et supervacua esse proponunt: nihil enim concoqui, sed crudam materiam sicut assumpta est in corpus omne diduci.“

größere Teil der aufgenommenen Flüssigkeit in den Magen, während ein sehr kleiner Teil der Flüssigkeit in die Lunge geht.*)

Diese Anschauung, daß Flüssigkeit beim Trinken normaliter in die Lunge gelangt, wurde von Erasistratus (129) widerlegt, der lehrte, daß die Epiglottis dazu diene, dies zu verhüten.**)

*) Hippokrates sagt hierüber folgendes: „Es trinkt nämlich der Mensch das meiste in den Leib hinein, denn der Magen nimmt wie ein Trichter die größere Menge davon und was wir sonst zuführen, auf; er trinkt aber auch in den Pharynx hinein, aber nur so wenig, als unbemerkt durch den Spalt (*ὀύμη*, enge Gasse) hineinfließen kann; denn das Zäpfchen ist ein genau schließender Deckel und ließe nichts weiter von dem Getrunkenen hindurch. Ein Beweis dafür ist das Folgende: Wenn man Wasser mit blauem Kupferocker oder mit Mennige verrührt, einem fast verdursteten Tiere, vorzüglich einem Schwein — denn dieses Vieh hält weder etwas auf sich, noch ist es reinlich — einen großen Teil davon zu saufen gibt und ihm darauf, während es noch säuft, die Kehle durchschneidet, so wird man diese durch den Trank gefärbt finden. Doch diese Operation ist nicht jedermanns Sache. Folglich haben wir nicht zu zweifeln, ob der Trank die Speiseröhre für den Menschen zur Erfüllung ihres Zweckes geschickt mache. Aber wie kommt es, daß Wasser, welches in reichlicher Menge in sie hineinläuft, viel Beschwerden und vielen Husten hervorruft? Weil sage ich, dieses der Atmung gerade in den Weg läuft. Denn dasjenige, was durch die enge Gasse hindurch in die Speiseröhre hineinfließt, tritt, da es längs der Wand hinläuft, dem Aufsteigen des Luftstromes nicht in den Weg, sondern es gewährt ihm die Anfeuchtung der Wände eine glatte Bahn. Diese letztere Feuchtigkeit aber treibt das Aufsteigende mitsamt der Luft von der Lunge hinweg."

**) Ueber den Verdauungsvorgang schreibt Hippokrates in dem Abschnitt über Diät, wobei er seine Ansicht in einem höchst originellen Gleichnis zum Ausdruck bringt. Er sagt dort: „Wie nämlich die Zimmerleute das Holz zersägen, und dabei der eine zieht, der andere stößt, wobei sie beide dasselbe tun — derjenige, welcher unten drückt, zieht denjenigen, welcher oben ist, denn sonst könnte die Säge nicht nach unten gehen, wenn sie aber Gewalt anwenden wollten, würden sie alles verfehlen — so verhält es sich auch mit der Nahrung des Menschen: das eine zieht, das andere stößt, mit Gewalt hineingestoßen schleicht es nach außen, wenn man aber unzweckmäßiger Weise Gewalt anwenden wollte, würde alles verfehlt sein. So lange aber bleibt ein jedes Einzelne an derselben Stelle, bis keine Nahrung mehr aufgenommen wird, und es selbst keinen genügenden Raum für das mögliche Maximum hat; alsdann vertauscht es seinen Platz mit einem größeren, Weibliches wie Männliches, in gleicher Weise von der Gewalt wie vom Zwange verfolgt. Dabei wird dasjenige, welches zuerst den ihm angewiesenen Platz ausgefüllt hat, zuerst abgesondert und zu gleicher Zeit vermischt; denn jedes wird zunächst abgesondert und vermischt sich zu gleicher Zeit (mit anderem). — Und weiter: „Wenn die Zimmerleute sägen, stößt der eine, der andere zieht dagegen.

Auch Plistonicus (130), welcher den Prozeß der Verdauung mit einem Fäulnisvorgange verglich, scheint sich über die mechanische Tätigkeit des Magens keine Rechenschaft abgelegt zu haben.

Desgleichen ist in den Schriften des Aristoteles (131) und Plato, obwohl sie sich über das Wesen der Verdauung ausführlich äußern, der mechanischen Tätigkeit des Magens keine Erwähnung getan.*)

Daß wir bei allen diesen berühmten Meistern der Philosophie über die uns interessierenden Fragen nichts finden, dürfte wohl damit zusammenhängen, daß sich ihre Anschauungen hauptsächlich auf philosophische Erwägungen gründeten, und daß bei ihnen das Bestreben herrscht, ihre Auffassung über die Verdauung mit dem System der Philosophie in Einklang zu bringen, welches sie vertreten.

Auf das Experiment, die exakte Beobachtung am Menschen und Tiere, scheint von diesen Gelehrten des Altertums zur Kontrolle ihrer Anschauungen wenig Wert gelegt worden zu sein.

Eine Ausnahme hiervon dürfte der im 3. Jahrhundert vor Christi Geburt lebende griechische Arzt Erasistratus gemacht haben, von dem behauptet wird, daß er einem Sklaven den Leib eröffnen ließ, um die Bewegungen der Gedärme und speziell des Magens zu beobachten. Dieser Arzt vertrat zum ersten Male die Anschauung, daß die Verdauung durch die mechanische Tätigkeit des Magens verursacht werde, daß also das Wesen des Verdauungsprozesses in einer Zerreibung der Speisen durch die Magenwände zu erblicken sei. Außerdem nimmt er

---

Beide Handreichungen führen zu derselben Wirkung. Sie durchbohren, der eine zieht, der andere stößt. Wenn sie drücken, geht das eine Ende nach oben, das andere nach unten. Durch Verringerung vermehren sie, durch Vermehrung vermindern sie, wobei sie die menschliche Nahrung nachahmen. Der eine Teil des Pneumas zieht, der andere stößt, beide Handreichungen aber führen zu derselben Wirkung. Von den Speisen wird der eine Teil hinabgedrängt, der andere geht nach oben."

*) Nach Plato wird die Verdauung durch das eingeatmete Feuer, die Ernährung durch das Blut bewirkt. Die Gedärme sind gewunden, damit die Speisen nicht allzuschnell hindurchgehen und das Bedürfnis nach ihnen auf Kosten der geistigen Verrichtungen nicht zu oft wiederkehre. Die Angaben des Aristoteles über die Verdauung erscheinen unklar, allerdings nur deshalb, weil wir die Bedeutung der hier in Betracht kommenden griechischen Worte nur unvollständig kennen.

noch, wie auch Hippokrates die Mitwirkung eines Pneumas (*πνεῦμα*) bei der Verdauung an.

Von den kurz vor Christi Geburt und im Anfange der christlichen Zeitrechnung lebenden bedeutenden Aerzten Roms sind uns Anschauungen über die Magenverdauung besonders von dem Freunde Ciceros, dem römischen Arzte Asklepiades (132) und dem berühmten Epigonen des Hippokrates, Galenus (39), überliefert worden.

Asklepiades spricht von einer Auflösung der Speisen und leugnet Fäulnis, Kochung und Trituration.

Bei Galenus, der im großen und ganzen bezüglich der physiologischen, pathologischen und therapeutischen Anschauungen auf dem Standpunkte der Hippokratischen Lehre steht, finden wir zum erstenmale eine etwas klarere Vorstellung über die Magenverdauung und die dabei mitwirkenden mechanischen Faktoren. Er lehrt, daß die von den Tieren bisweilen nicht sehr zerkleinerte, harte und voluminöse Nahrung zwar den Oesophagus zu durchlaufen vermag, nicht aber den Magen verlassen kann, ehe sie in flüssige Form übergeführt und verdaut ist, d. h. ehe sie einer „Coctio“ unterlegen hat.*)

Galen hatte weiterhin bestimmte Vorstellungen von dem Vorhandensein des Pförtners. Er schildert ihn als eine drüsig aussehende Partie, welche die Enge des Durchganges zum Duodenum vermehrt, und zwar besonders dann, wenn der Magen seinen Inhalt zurückhalten will, wenn er sich in allen Teilen zusammenzieht, peristaltische Bewegungen zeigt und spiralige Wellenbewegungen äußert. In solchen Fällen schließt sich sowohl der Pförtner als auch der Oesophagus auf das festeste. Andererseits vermag der Magen, wenn es sich darum handelt, seinen Inhalt auszustoßen, während sich seine übrigen Teile zusammenziehen, den auszustoßenden Materialien den Uebertritt in das Duodenum zu gestatten.

Die große Spanne Zeit von Galenus bis Ende des 17. Jahrhunderts ist in physiologischer Hinsicht wenig schöpferisch gewesen. Als Grundlage der Physiologie beobachtete man im allgemeinen die Lehren der Alten, besonders die des Hippo-

*) Galen legt dem Ausdruck „Coctio“ (Pepsis des Hippokrates) einen etwas erweiterten Sinn bei, indem er dem Magen die Fähigkeit zuschreibt, die Speisen in eine dem Organismus analoge Substanz überzuführen, wobei er sich allerdings eine Kochung beteiligt denkt.

krates und des Galen; so konnte es nicht Wunder nehmen, daß auch in der Erforschung des Prozesses der Magenverdauung keine wirklichen Fortschritte gemacht wurden.

Neben den Lehren des Hippokrates und des Plistonicus, die erst im Zeitalter der Reformation ihre autoritative Stellung einzubüßen begannen, treten in der Folgezeit besonders zwei Lehren hervor, die, sich schroff gegenüberstehend, viele Anhänger gewannen.

Die eine, welche die Anhänger der iatro-chemischen Schule verfochten, stützte sich auf die Anschauung eines Paracelsus, van Helmont u. a.; sie verglich die Verdauung mit den Vorgängen bei der Hefe-Gärung und vermochte deshalb die Anschauungen über die mechanischen Vorgänge bei der Magenverdauung nicht zu fördern.

Ihnen gegenüber standen die Jatro-Mathematiker, als deren hauptsächlichste Vertreter Borelli und Boerhaave zu nennen sind. Die iatro-mathematische Schule wurzelte offenbar mit ihren Anschauungen über die Magenverdauung in den alten Lehren des Erasistratus, gleich ihm erblickten sie in der mechanischen Tätigkeit des Magens die wesentlichen Faktoren der Magenverdauung.

Man geht wohl nicht fehl, wenn man als charakteristisch für die Lehren der Jatro-Mathematiker die Ansichten Boerhaaves (133) in den Vordergrund stellt. Dieser sah als Ursache der Magenverdauung besonders 3 Punkte an:

1. Die im Magen befindliche Flüssigkeit.
2. Die mechanische Tätigkeit der Magenwandungen, welche zermalmend auf den Mageninhalt einwirken und durch das beständige Schlagen der Arterien und die Bewegungen des Zwerchfells sowie die Tätigkeit der Bauchpresse unterstützt werden sollen.
3. Als unterstützende Momente wirken noch ein: die Wärme, die in den Magen eintretende Luft und der sogenannte Nervensaft.

Man sieht hieraus, daß es Boerhaave mit großem Geschick verstanden hat, fast alle bis dahin geäußerten Anschauungen über die Magenverdauung in seiner eigenen Anschauung zu vereinigen. Leider gibt er, obwohl er den physikalischen Vorgängen die Hauptbedeutung bei der Verdauung zuweist, keine

weiteren Angaben über die Vorstellung, die er von den Bewegungen des Magens selbst hat.

Man könnte hierdurch zu der Annahme verleitet werden, daß zur Zeit Boerhaaves noch wenige Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt worden seien. Das ist aber absolut nicht der Fall.

Im Gegenteil fallen in das Ende des 17. und in den Anfang des 18. Jahrhunderts eine Reihe von Beobachtungen, die einige Eigentümlichkeiten, welche die Bewegungen des Magens auszeichneten, in ganz richtiger Weise erkennen ließen.

So hatte schon der aus Koudekerke in Zeeland stammende Anatom Walaeus (De Wale, 1604—1649 [124]) an Hunden, deren Abdomen er zu verschiedenen Zeiten nach dem Fressen öffnete, gefunden, daß der Magen jede Speise, so gering ihr Volumen auch sein mag, von allen Seiten fest umschließt. Er vergleicht den Magen mit einem um eine Kugel zusammengezogenen Beutel und sagt, es seien oberer und unterer Magenmund (Cardia und Pylorus) fest geschlossen.*)

In diese Zeit fallen auch die ersten genauen Beobachtungen der Magenbewegungen an lebenden Tieren, die uns etwas genauer überliefert worden sind.

Zwei Schweizer Autoren sind es gewesen, Peyer (134) und Wepfer (125), die in der Mitte und am Ende des 17. Jahrhunderts an lebenden, und zwar nüchternen und an gefütterten Tieren experimentierten.

Besonders der damalige Stadtarzt von Schaffhausen, Johannes Jakob Wepfer, fand bei von ihm unternommenen systematischen Versuchen an Hunden und Katzen, die er mittels

*) Ueber den Verlauf der sogenannten Magenverdauung macht sich Walaeus folgende, mit unseren jetzigen Anschauungen gut zu vereinbarende Vorstellung: „Die im Magen befindliche Speise wird durch und durch naß, dann porös und schwammig. Hierauf zerfällt sie in kleine Stücke und bekommt die Konsistenz dünnen Gerstenschleimes; nun geht sie in den Darmkanal über. Diese Veränderungen treffen aber nicht immer und nicht bei jeder Speise in gleicher Zeit ein. Sie erfolgen schneller am Tage und bei weniger, dünner, gut gekauter Speise; langsamer in der Nacht und bei vieler, dicker und in großen Stücken verschluckter Nahrung. Auch wird das leichter Verdauliche durch das schwerer Auflösliche im Magen nicht aufgehalten, sondern jede Speise wird, sobald sie aufgelöst ist, in den Darmkanal gebracht, wenn auch der Magen mit der Verdauung des übrigen noch beschäftigt ist.“

der Wurzel des Eisenhütleins (Radix napelli), der Jalappe und des gefleckten Schierlings (Conium maculatum) vergiftete, höchst überraschende Ergebnisse über die Magenverdauung bezw. der dabei ablaufenden mechanischen Vorgänge, die mit unseren heutigen Anschauungen übereinzustimmen scheinen.

Wepfer vergiftete eine Katze mit der Wurzel des Eisenhütleins (Aconitum Nappelus), schnitt den Magen, der außerordentlich ausgedehnt war, heraus, ohne ihn zu verletzen, und beobachtete seine Bewegungen.

Zunächst sah er denselben eine wurmförmige Bewegung ausführen, dann erfolgte ein fester Verschluß der Cardia, sodaß auch keine Spur von Flüssigkeit austreten konnte. Nunmehr erfolgte eine Kontraktion, die in der Mitte des Magens einsetzte und nach dem Pylorus zu verlief. Wepfer beobachtete also hier zweifellos die normalen peristaltischen Bewegungen des Pylorusteiles. Dies geht auch weiter daraus hervor, daß er sah, wie durch diese Bewegungen der Inhalt zum Pylorus befördert und dort in Gestalt einer schaumigen Flüssigkeit, teils mit einer gewissen Gewalt stoßweise, teils allmählich entleert wurde. Nach der Entleerung folgte wieder Verschluß des Pylorus. Der Magen blähte sich, wie Wepfer schildert, in seiner ganzen Ausdehnung wieder auf, bald erfolgte wiederum die Zusammenziehung in der Mitte und der erneute Verlauf der peristaltischen Wellen zum Pylorus, die ihrerseits wiederum von Entleerungen in der geschilderten Weise begleitet waren.

Nach Wepfers Angaben konnte er diese wechselweise Zusammenziehung, Entleerung und Aufblähung während der Dauer von $^1/_8$ Stunde, also etwa 7—8 Minuten beobachten, dann erst sistierten die Magenbewegungen.*)

*) Wepfer schildert die eben erläuterten Vorgänge in folgender interessanter Weise: „Abdomen intumuit: illo inciso fortius vagiit et valide artus movit. Ventriculus valde distentus erat: integrum excidi: movit se motu vermiculari: stomachus seu orificium sinistrum arctissime femer constrinxit, ut ne guttula quidem exciderent: quando vero circa medium se contraxerat, motus lente versus pylorum procedebat, illeque erigebatur liquorque suppallidus, nunc spumeus nunc viscidus quandoque sensim, aliquando cum impetu protrudebatur: Constricto pyloro ventriculus rursus intumuit totus; moxque rursus circa medium se constrinxerat, novusque liquor per pylorum eijciebatur: Haec constrictionis in medio et inflationis alternatio continuavit per octavam partem horae, stomacho semper arctissime clauso permanente. Postquam ventriculus se movere desiit, illum superne a stomacho ad pylorum incidi etc. etc.“

Aehnliche interessante Beobachtungen machte Wepfer mit einem durch radix napelli vergifteten Wolfe. Zwei Stunden, nachdem dieses Tier das Gift verabreicht erhalten hatte und dasselbe sich in der Agonie befand, wurden ihm die Extremitäten gebunden und die Bauchhöhle geöffnet. Wepfer beobachtete, daß sich der Magen abwechselungsweise, bald am Pylorus, bald in der Mitte zusammenzog. Nach der Cardia zu war der Magen hingegen aufgebläht. Der Kontraktionszustand war der Erschlaffung gefolgt, und erneute Zusammenziehungen fanden während der Dauer des Experimentes statt.*)

Bei einem weiteren Versuche, bei dem Wepfer an einer mit Jalappe vergifteten Katze operierte, konnte er ganz ähnliche Beobachtungen anstellen. Besonders interessant ist bei diesem Experiment, daß Wepfer eine in der Mitte des Magens bestehende Abschnürung offenbar gesehen hat, die sich allerdings noch deutlicher bei einem folgenden Versuch offenbarte.

Der Magen einer Wölfin, die durch Schierling vergiftet war, zeigte nämlich in der Mitte etwa 1½ Zoll von der Cardia entfernt, eine so tiefe und auch dauernd bestehende Einschnürung, daß der Magen direkt aus zwei Teilen bestehend erschien.

Leider ist es mir nicht möglich gewesen die Merycologie von Peyer zu beschaffen. Nach Schiff (107), der diesen Autor ausführlich zitiert, hat derselbe aber ähnliche Beobachtungen gemacht wie Wepfer; er spricht ebenso wie dieser von am Pylorus ablaufenden peristaltischen Bewegungen.

Schließlich sei noch ein weiterer Autor, Benjamin Schwartz (135) erwähnt, der im Anfang des 18. Jahrhunderts lebte und den Schiff ebenfalls in seinem Werke zitiert. Schwartz verfocht besonders die Ansicht von dem Zusammenhange der Magenbewegungen. Er schloß aus seinen Versuchen, daß man

*) Diese Beobachtungen beschreibt Wepfer wie folgt: „Cum expiraturum praeviderem, duabus horis a primo bolo intruso, vivum sed prorsus enervatum afferi pedibus et capite alligavi, ita tamen ut os apertum maneret: abdomen indici, nulla doloris signa dedit: inter secandum exspiravit, licet parum sanguinis profusum fuerit. Quamvis diaphragma non amplius moveretur, ventriculus tamen nunc in antro pylori, nunc in medio se contrahebat, ibique gracilior, imo quandoque angustissimus evasit, versus stomachum vero intumuit; mox constrictus iterum relaxabatur et in amplam molem distendebatur; mox iterum nunc circa antrum pylori, nunc in medio coarctabatur, atque crebis vicibus istae ventriculi constrictiones et dilatationes alternabant.“

ohne direkte Reizung des Organes nur selten diese Bewegungen zu sehen bekommt. Da er nach den damals herrschenden Ansichten annahm, daß man sehr ausgesprochene und zusammenhängende Magenbewegungen beobachten müsse, war er höchlichst erstaunt, bei mehreren vivisezierten Hunden trotz der sorgfältigsten Beobachtung des Magens keine Spuren davon konstatieren zu können. Er stellte an anderen Tieren fest, daß die Bewegungen hauptsächlich in der Pylorusgegend auftreten, indem sie beim Pylorus beginnen, sich nach dem Mittelmagen zu ausbreiten und, diesen Punkt nur selten überschreitend, nach einer Pause in umgekehrter Richtung nach dem Pylorus zurückkehren. Selten hat Schwartz peristaltische Bewegungen an der Cardia oder im Fundus beginnen sehen. Seine Anschauungen gipfelten in der Hauptsache in der von ihm aufgestellten Behauptung, daß die peristaltische Bewegung von Punkten ausgehe, an denen die antiperistaltische eben aufgehört hat.

Zu den Beobachtungen, die zur Zeit Boerhaaves und nach diesem gemacht worden sind, gehören auch die Albrechts von Haller (49), der zwar ein Schüler Boerhaaves war, aber doch in seinen Ansichten wesentlich von diesem abwich.

Haller hielt die Verdauung für eine Mazeration. Nach seiner Darstellung werden tierische und vegetabilische Substanzen mit einer homogenen, weichen Schicht überzogen, wenn man sie in Wasser bringt. Diesen Vorgang wandte er nun auch auf den Verdauungsprozeß an, indem er glaubte, daß es mit den Speisen, die in den Magen eingeführt werden, ähnlich sei, und daß sie daselbst von dem Speichel und dem Magensaft mazeriert würden.*)

*) Ueber den Mageninhalt und die Entlerung desselben hatte Haller eine ganz bestimmte, wenn auch in vielen Punkten irrige Vorstellung. Er äußert sich hierüber wörtlich wie folgt: „Durch die Kontraktionen der Speiseröhre gelangen die Speisen in den Magen, woselbst sie vom nahen Herzen, der Leber und der Milz in der Wärme eines bebrüteten Eies erhalten werden. Hier werden sie durch die obere Oeffnung des Magens, welche durch die beiden unteren Muskeln des Zwerchfells zusammengezogen werden und durch den Pförtner einige Stunden fest eingeschlossen. Der Verschluß ist so fest und genau, daß weder die im Magen gebildeten Dämpfe entweichen können, noch eine Flüssigkeit wie Milch in die Därme übergehen kann; der Verschluß des Pförtners findet statt durch die Enge der daselbst befindlichen Klappe, die den Pförtner zusammenzieht.“

Den nunmehr eintretenden Verdauungsprozeß schildert Haller

Wir sehen also, daß Haller seine Theorien auf vorgefaßten Meinungen aufbaute, ohne einen Beweis für die tatsächlichen Verhältnisse zu versuchen. Außerdem hat derselbe aber Experimente angestellt, die ihn zu ganz bestimmten Anschauungen über den Ablauf der Magenbewegungen führten, bezw. führen mußten.

Die Entstehung der Magenbewegungen erklärt sich Haller dadurch, daß die Schärfe und das Gewicht der aufgenommenen Speisen sowie im Magen entstehende Blähungen die Fleisch- bezw. Muskelfasern des Magens reizen und dadurch einen Anlaß zur Bewegung der Magenwandungen geben. Die Bewegungen selbst erfolgen nach seinen Beobachtungen in der Weise, daß die Fläche der kleinen Curvatur den Pförtner gegen den Schlund heranzieht. Die Kreisfasern drücken nun auf den Mageninhalt und verursachen dadurch eine Mischung der Speisen mit den Säften. Und zwar wirken sie dabei wie der Druck zweier entgegengesetzter Hände und schaffen den Mageninhalt unter fortwährenden abwechselnden Zusammenziehungen und Erweiterungen der Magenwandungen allmählich gegen den Pförtner.

Albrecht von Haller scheint also ganz richtig die Bewegungen des Antrum pylori beobachtet zu haben. Nach ihm verkürzen sich bei der Kontraktion der Kreisfasern diese um ein Drittel ihrer natürlichen Größe.

folgendermaßen: „Die Speisen werden an einem so feuchten Orte (Magen) eingeweicht, mit Beimischung von vieler Luft, die entweder unter dem Schlucken eingesaugt oder mit den Speisen vermischt worden sind. Diese Luft also, die durch die Kraft der Wärme und die auflösende Kraft des Magensaftes ausgedehnt worden ist, zersprengt allenthalben die Zellchen, in denen sie eingeschlossen ist, verdünnt die zähen Bläschen, schwächt die ganzen Fasern und verschafft der eintretenden Feuchtigkeit Raum. Aber eben diese Luft auch, die das Hauptbindungsmittel der festen Teile der Tiere ist, schlüpft aus dem Innersten heraus, läßt die Grundteilchen ohne Verbindung zurück. Eben diese befreite Luft dehnt den Magen aus, mehr als die Masse der Speisen, unter dem Namen Blähungen. Zugleich fangen die Speisen in eine ekelhafte Flüssigkeit zu verderben an, die oft säuerlich ist, ein andermal aber doch gelinder im Menschen wegen der Kraft des Brotes und Salzes der Fäulnis nahe zu kommen scheint oder ranzig wird, wie man aus den Blähungen sieht, die beim Aufstoßen ausbrechen, verschiedentlich stinken und sogar entzündbar sind. Diese Ursache allein vollendet die Verdauung in Fischen, Schlangen und fast in den fleischfressenden Vögeln. Daher werden selbst Metalle im Menschen durch einen langen Aufenthalt erweicht und aufgelöst.“

Danach zu urteilen, hat er also eine recht energische mittlere Abschnürung des Magens beobachtet.

Weiter schildert er die energischen Kontraktionen, die im Antrum pylori teilweise eine Durchmischung der Ingesta verursachen und teilweise zur Entleerung führen, sehr anschaulich, wie dies besonders aus den in der Anmerkung wörtlich zitierten Sätzen hervorgeht.*)

Es muß noch betont werden, daß Haller bei der Entleerung des Magens dem Zwerchfell eine große Bedeutung zuschreibt. Nach ihm werden beim Einatmen durch das Zwerchfell alle in der Peritonealhöhle befindlichen Eingeweide zusammengedrückt. Auch faßt Haller (50) die Bauchmuskeln als einen an der Wirbelsäule befestigten Gürtel auf, der durch seine Kontraktionen die Baucheingeweide zusammendrücken und entleeren kann.**)

*) „Die zusammengezogene Stelle des Magens schafft die Speise in die nahegelegene erweiterte, und jene wird abwechselnd erschlafft, wenn diese andere zusammengeschnürt wird. Diese abwechselnden Zusammenschnürungen endigen sich endlich mit einer völligen Entleerung. Bei dieser Bewegung ist nichts einem Reiben Aehnliches, wie man es bei den Körner fressenden, zahnlosen Vögeln bemerkt, und welches einige Schriftsteller auf den Menschen übertragen; und doch hat sie Stärke und dient als ein Beispiel von Muskelfasern, die um viel mehr als ein Drittel kürzer werden: Denn oft hat man den Magen viel mehr als wie den dritten Teil seines Durchmessers und sogar bis zur Breite eines Zolls verringert gesehen; ja er ist fähig Nadeln fortzuschaffen, doch zerreibt er nicht Beeren oder sehr weiche Würmer.“ (Haller [49] l. c. p. 578.)

**) Haller glaubt einen Beweis für die Mitwirkung des Zwerchfells und der Bauchmuskulatur bei der Entleerung des Magens in einer Beobachtung Wepfers erblicken zu sollen, welcher aus der Magenfistel eines Kalbes von Zeit zu Zeit Mageninhalt schubweise austreten sah. Weiter schreibt Haller über die Mitwirkung des Zwerchfells und der Bauchmuskeln bei der Magenbewegung und Entleerung folgendes: (Haller [49] l. c. p. 578, 579) „Wichtiger als die wurmförmige Kraft des Magens ist diejenige, die das Zwerchfell und die Bauchmuskeln ausüben; denn diese vermag den Magen vollkommen auszuleeren, und die vordere Fläche an die hintere am nächsten anzuziehen. Diese Kraft treibt auch vorzüglich das Getränk unaufhörlich, die Speisen aber, wenn sie erweicht worden, und nun nicht mehr für die Klappe des Pförtners zu dick sind, durch diesen Pförtner, der sich bei angefülltem Magen niedersenkt, in den Zwölffingerdarm heraus. Ich habe aber die Speisen nicht eher herauskommen sehen, bis sie ihren fasernartigen oder sonst eigentümlichen Bau

Wir sehen aus dem vorstehend geschilderten, daß zu einer Zeit, in der, wie dies in den Lehren der Jatro-Mathematiker und Jatro-Chemiker zum Ausdruck kommt, vorgefaßte Anschauungen und philosophische Erwägungen und Systeme einen Ausschlag gebenden Einfluß auf die Vorstellungen über physiologische und andere biologische Vorgänge ausübten, doch schon eine Anzahl Beobachtungen gemacht worden sind, die sich auf das Tierexperiment stützten.

Diese Beobachtungen, die, wie wir gesehen haben, zum Teil mit großer Sicherheit gemacht worden sind, und die mit den neuerdings als richtig erkannten Tatsachen gut in Einklang zu bringen sind, haben aber für die Anschauungen bezw. für die Lehre vom Mechanismus der Magenverdauung so gut wie gar keinen Nutzen gebracht, da sie zur damaligen Zeit fast unbeachtet geblieben sind, und ihnen auch nicht die ihnen gebührende Bedeutung zugeschrieben wurde.

In der soeben geschilderten Zeitepoche, die sich über das siebzehnte Jahrhundert und in die ersten Anfänge des achtzehnten Jahrhunderts erstreckte, finden wir, gewissermaßen charakterisiert durch die Untersuchungen Wepfers, Peyers u. a., die ersten schüchternen Anfänge einer neuen Periode der Wissenschaft. Ihre Vertreter suchen die Erkenntnisse der Wissenschaft von den alle freie Entwicklung erstickenden Dogmen philosophischer Systeme zu befreien und ihre Lehren mit Hilfe des

---

verloren hatten, und in eine schleimige, gleichsam graue, gelbliche, etwas stinkende und breiartige Substanz zerflossen waren. Das Flüssige, das zuerst zubereitet worden ist, geht voraus; daher folgt zuerst das Wasser und die Milch, dann Gemüse und zuletzt das Fleisch. Die härteren, zäheren, längeren Falten und Fasern gehen zugleich mit unverändert heraus; harte aber und im Verhältnis des Pförtners dicke Körper werden am längsten zurückgehalten."

Interessant ist, was Leveling (Haller [49] l. c. p. 579. Anm. 470) hierzu noch bemerkt: „Die Vivisektionen beweisen, daß zwar jeder auch noch so starke Reiz, der auf den Magen ausgeübt wird, nicht im Stande ist, eine Entleerung desselben zu bewirken, wenn der Magen nicht vom Zwerchfell und den Bauchmuskeln unterstützt wird; daß aber auch ohne Mitwirkung des Magens die heftigsten Zusammenziehungen des Zwerchfells und der Bauchmuskeln eine Entleerung des ersteren nicht zu bewerkstelligen vermögen; und daß nur durch das Zusammenwirken beider Kräfte vorzüglich das Erbrechen entstehen kann."

Experimentes und der genauen Beobachtung am lebenden Organimus auf eine exakte Grundlage zu stellen.*)

In der Folgezeit, im 18. und vor allem im Anfang des 19. Jahrhunderts hat sich diese Loslösung der wissenschaftlichen Lehren von der Philosophie langsam vollzogen, hervorragende Gelehrte haben hierbei mitgewirkt.

In bezug auf die Physiologie der Verdauung und speziell die uns interessierende Frage waren es besonders Gelehrte wie Réaumur (136), Spallanzani (103), Home (54) u. a., die in diesen Zeitläufen einen wesentlichen Umschwung der Anschauungen hervorgerufen haben.

Nachdem schon die Florentiner Redi (137) und Magalotti (138) auf die bedeutende mechanische Wirkung des Muskelmagens der Vögel hingewiesen hatten und dadurch den Lehren der Jatro-Mathematiker, die diese an Vögeln gemachten Beobachtungen auf alle Tiere ausdehnten, eine scheinbare Stütze geliefert hatten, war es in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts Réaumur, der ähnliche Versuche wieder aufnahm. Auch er gelangte zu der Anschauung, daß im Muskelmagen der Vögel es hauptsächlich die mechanische Kraft sei, die die Zertrümmerung und Zerkleinerung der Speisen bewirke.

Es ist das unsterbliche Verdienst Spallanzanis, diese Versuche in erstaunlich geschickter Weise nachgeprüft zu haben und durch Ausdehnung derselben auf alle Tierarten zum erstenmale die wirkliche Bedeutung der mechanischen Vorgänge im Magen der Tiere erkannt zu haben. Er ist der erste gewesen, der auf Grund seiner Experimente die Behauptung aufstellte, daß nicht allein die mechanische Kraft des Magens die Verdauung bewirke, sondern, daß ein anderer Faktor unbedingt nötig sei, diesen Prozeß zu beenden, und zwar die Einwirkung

---

*) Sehr hübsch charakterisiert diese Verhältnisse Magendie (76) in seinem Handbuch der Physiologie, in dessen deutscher Uebersetzung durch Heusinger es heißt: „Wendet man auf diese Systeme die strenge Logik an, die künftig nur in der Physiologie herrschen darf, so kann man in ihnen nur eine Wirkung des Strebens des Menschen, seine Einbildungskraft zu befriedigen, erkennen, und sich zu täuschen über die Dinge, die er nicht kennt. Wußte man denn in der Tat etwas mehr, wenn man sagte, die Verdauung sei eine Kochung, eine Fermentation, eine Maceration etc.? Nein, man verband keine deutliche Vorstellung mit diesen Worten."

eines chemischen Agens, welches er kurzweg mit dem Ausdruck „Magensaft“ bezeichnete.

In einer außerordentlich großen Anzahl von Versuchen unternimmt es Spallanzani seine Behauptung zu beweisen, indem er dabei eingehend die rein chemischen Momente der Magenverdauung behandelt. Ich übergehe dieselben und will nur die uns interessierende Frage der mechanischen Funktion des Magens beleuchten.

Spallanzani teilt, wie es in seinem im Literaturverzeichnisse angegebenen Werke niedergeschrieben ist, die Tiere zum Zwecke seiner Experimente in 3 Klassen ein, wobei er von der anatomischen Beschaffenheit der Mägen ausgeht, und zwar spricht er:

I. Von der Verdauung derjenigen Tiere, die einen muskulösen Magen haben

a) ohne Kropf, Enten und Gänse,

b) mit Kropf, Hühner.

II. Von der Verdauung der Tiere, die einen Mittelmagen besitzen,

z. B. Reiher und Krähen.

Dabei versteht er unter einem Mittelmagen einen Magen, dessen Stärke das Mittel zwischen dem muskulösen Magen und dem häutigen Magen hält.

III. Von der Verdauung der Tiere, die einen häutigen Magen haben:

Frösche, Salamander, Erd- und Wasserschlangen, Vipern, Fische, Haustiere, sowie der Mensch.

Von der Verdauung der Tiere mit muskulösem Magen zeigt er, indem er die Anschauung Réaumurs, Redis und Magalottis bestätigt, daß dieselbe wohl durch die zermalmende Kraft des Magens vor sich gehe, und deshalb eine Trituration der aufgenommenen Nahrung bewirkt werde, daß aber ein unbedingt nötiger Faktor zur Vervollständigung der Verdauung in der Einwirkung des Magensaftes zu suchen sei, die sich der Trituration anschlösse und die Nahrungsmittel in den Speisesaft oder Chymus verwandle. Dabei entspricht nach seiner Ansicht die Funktion des Kropfes dem Akte, welcher bei den Menschen und den wiederkauenden Tieren mit den Zähnen verrichtet wird, also dem Kauen, wodurch die Speisen zur Aufnahme in den Magen vorbereitet würden.

Die Auffassung Réaumurs, Redis und Magalottis u. a., daß die Trituration durch die zu jeder Zeit im Magen der Vögel sich befindenden kleinen Steinchen verursacht werde, teilt Spallanzani nicht. Vielmehr behauptet er, daß nur die zermalmende Kraft der Magenwände eine Zertrümmerung bezw. Zerreibung und Zerkleinerung der aufgenommenen Nahrung bewirke, und daß die Muskelwirkung so groß sei, daß in den Magen eingeführte Glasröhrchen zertrümmert, blecherne Röhrchen eingebogen, ja sogar Nadeln zerbrochen würden.*)

Bei den Vögeln, die einen Kropf besitzen, schildert Spallanzani den Uebertritt der Nahrung in den Magen in folgender Weise:

„Wenn man diesen Tieren zu fressen gibt, so füllen sie sogleich den Kropf an, aber das Futter geht nicht sofort in den Magen, sondern erst nachdem es eine Zeit lang in dem Kropfe gelegen hat und daselbst gut eingeweicht worden ist.

In den Magen selbst tritt darauf nicht etwa der ganze Kropfinhalt auf einmal hinein, sondern der Uebertritt erfolgt nur in kleinen Portionen, die immer nur so groß sind, als der Magen die Fähigkeit besitzt, auf einmal zu zermalmen.“ Hierbei erwähnt Spallanzani ein interessantes Gleichnis, dessen Uebersetzung (Michaelis) ich in der Anmerkung wörtlich mir wiederzugeben gestatte.**)

*) (Spallanzani l. c. [103] §§ 27, 28, 30 p. 21 bis mit 24.) Um einen ganz einwandfreien Beweis zu erbringen, daß die nach seiner Ansicht nur zufällig im Magen der Vögel vorhandenen kleinen Steinchen niemals die Ursache der Zerreibung seien, stellte Spallanzani an ganz jungen, eben erst aus dem Ei gekrochenen Tauben, die von den Alten noch nicht gefüttert worden waren, und die infolgedessen, was auch der weitere Sektionsbefund bestätigte, keine Steinchen im Magen hatten, Versuche an. Er mischte, nachdem die kleinen Tiere unter sorgfältigster Pflege ein Alter von ca. 4 Wochen erreicht hatten, unter die zu verabreichenden Körner kleine, blecherne Röhrchen, Bleistückchen, Bleikugeln etc. Die nach zwei Tagen erfolgte Tötung ergab folgenden Befund: Die blechernen Röhren waren berieben, die Glasstückchen und Bleikugeln zerbrochen und stumpf geworden, ohne daß man die geringste Läsion der Magenwände beobachtet hätte.

Es ist interessant, daß diese Experimente Spallanzanis durch eine in neuester Zeit erfolgte Nachprüfung seitens Zaitschecks (128) eine vollkommene Bestätigung erfahren haben.

**) (Spallanzani l. c. [103] § 54, p. 49.) Man bemerkt bei diesem Naturgeschäfte das, was man in den Mühlen antrifft. Es ist nämlich über zwei

Der Prozeß der Chymifikation der Nahrungsmittel im muskulösen Magen geht nach Spallanzanis Ansicht in der Weise vor sich, daß die aufgenommenen Körner daselbst zerrieben und unter Mithilfe des Magensaftes in einen halbflüssigen Brei von gelblichweiser Farbe, dem Chymus umgewandelt werden.

Die Versuche, die Spallanzani an Tieren mit einem sogenannten Mittel- bezw. häutigen Magen vornahm, erstreckten sich vor allem darauf, den Nachweis zu bringen, daß bei diesen Tieren die Magenmuskelwirkung bei dem Verdauungsprozeß erst in zweiter Linie kommt, bezw. überhaupt nicht vorhanden ist, daß es vielmehr allein der auflösenden Kraft des Magensaftes zukommt, die Verdauung zu bewirken.

Ich übergehe infolgedessen diese äußerst zahlreichen Versuche, da sie für die uns interessierende Frage völlig belanglos sind, und will nur noch in Kürze der Magenbewegungen Erwähnung tun, die Spallanzani an 5 Hunden und einigen Katzen zu beobachten Gelegenheit hatte.

Dabei dürfte als interessantestes Moment hervorzuheben sein, daß Spallanzani ein wenig oberhalb des Pylorus eine so merkliche Einschnürung bezw. Zusammenziehung des Magens beobachtete, daß sich der Magen davon, wie er sich ausdrückt, fast gänzlich verschloß.

Seine Experimente nahm Spallanzani (Sp. l. c. 103. §§ 200, 201, p. 215 u. 216) kurz nach der Fütterung der Versuchstiere vor. Zu diesem Zwecke führte er bei diesen Tieren bei lebendigem Leibe die Laparotomie aus, ohne hierbei den Magen zu verletzen. Er beobachtete hierbei nun folgendes:

„Der Magen des ersten Hundes gab kein Zeichen einer Bewegung von sich, solange man ihn nicht berührte. Wenn

großen Mühlsteinen ein solcher Kasten, der einem Trichter gleicht, der mit Getreide angefüllt wird so, daß beständig eine kleine Menge Körner aus demselben herunterfallen und durch die mittlere runde Oeffnung des oberen Mühlsteines sich in dem leeren Raume zwischen den beiden Mühlsteinen verbreiten kann, woselbst das Getreide zerquetscht, zermalmt und durch die lebhaften Stöße des oberen Steines gegen den unteren, der sich stets mit Geschwindigkeit über dem letzteren herumdreht, in Mehl verwandelt wird. Das nun entstandene oder fertige Mehl geht zwischen den Mühlsteinen heraus, und andere Körner kommen wieder hinein. Auf eine ähnliche Weise wird auch das im Magen der Tiere zermalmte und durch die Verdauungssäfte aufgelöste Futter durch die untere Magenöffnung in die sogenannten kleinen Gedärme hineingetrieben."

man ihn aber mit einer Messerspitze reizte, zog er sich an dem Orte, wo der Reiz geschah und in den daran stoßenden benachbarten Teilen zusammen, nahm aber darauf sogleich seine erste Gestalt wieder an. Spallanzani band nun den Magen oberhalb der Cardia und unterhalb des Pylorus zu, exenterierte ihn, und er schien ihm eine kurze Zeit dauernde peristaltische Bewegung zu haben. Eine halbe Stunde lang beobachtete er Zusammenziehungen und Erweiterungen an allen den Stellen, an denen er mit der Messerspitze oder einem anderen reizenden Gegenstand den Magen berührte.

Der Magen des zweiten Hundes zeigte keine Bewegung, nicht einmal bei Reizung.

Beim dritten Hunde waren die peristaltischen Bewegungen sehr deutlich zu sehen. Die Kontraktionen begannen ein wenig oberhalb der Cardia und setzten sich wellenförmig bis zum Pylorus sanft fort. Auf die Zusammenziehung folgte wechselweise eine Ausdehnung. Diese Bewegung dauerte 7 Minuten lang, und wenn sie nachließ, konnte man sie in ganz kurzer Zeit wieder erregen, wenn der obere Teil des Magens gereizt wurde.

Beim vierten Hunde traten die Bewegungen stets am selben Orte nach der Reizung auf, und zwar an dem Ringe oder ringförmigen Bande des Magens. Dieses Band zog sich fest zusammen, indem es den Umfang oder die Weite des Magens merklich verminderte, worauf der Magen selbst ganz langsam nur wieder zu seiner vorigen Größe gelangte.

Beim fünften Hunde war die peristaltische Bewegung des Magens ebenso stark als beim dritten Hunde, sie dauerte sogar noch einige Minuten länger. Und nachdem die abwechselnden Verengerungen und Erweiterungen aufgehört hatten, sah man noch einen Teil des Magens ein wenig oberhalb des Pylorus seine Ausdehnung und Zusammenziehung auf eine so merkliche Weise fortsetzen, daß sich der Magen davon fast gänzlich verschloß.“

Alle diese Bewegungen, sagt Spallanzani, gehen stets ruhig vor sich, und niemals habe er die Wände sich auf gewaltsame Art zusammenziehen oder weiter ausdehnen sehen.

Die Resultate der Experimente bei den Katzen waren dieselben. Spallanzani sah öfters Verengerungen und Erweiterungen des Magens, welche an der Cardia begannen und am Pylorus endigten.

Aus diesen Bewegungserscheinungen zieht nun Spallanzani (Sp. l. c. 103 p. 216) folgenden Schluß:

„Die in dem Magen der Hunde und Katzen beobachteten Bewegungen sind nicht hinlänglich, die Nahrungsmittel zu zermalmen, sondern sie sind nur geschickt, vermöge ihrer Langsamkeit die im Magen enthaltenen Dinge ganz sachte von der linken oder oberen Magenöffnung (Cardia) gegen die rechte untere (Pylorus) zu treiben und sodann in das Duodenum zu bringen."

Wie aus dieser Schlußbetrachtung hervorgeht, hat Spallanzani zum erstenmale die Rolle, die die mechanische Tätigkeit bei der Magenverdauung spielt, richtig erkannt. Spallanzani hat somit zum erstenmale nachgewiesen, daß von einer Trituration als Wesen der Verdauung nicht die Rede sein kann, sondern daß der Verdauungsprozeß durch chemische Vorgänge bewirkt wird, und daß die Bewegungen des Magens nur eine unterstützende Rolle bei der Verdauung spielen, die jedoch, wie dies bei den Körner fressenden Vögeln hervortritt, eine außerordentlich wichtige ist.

Spallanzani war es also zuerst vergönnt, das eigentliche Wesen des Verdauungsprozesses, dieses sinnvolle Ineinandergreifen chemischer und mechanischer Vorgänge zwecks Verarbeitung der Nahrungsmittel und Umwandlung der Nahrungsstoffe in für den Körper unbedingt nötige, erhaltende und aufbauende Stoffe zu erkennen.

Die überragende Bedeutung dieses Forschers erhellt noch ganz besonders daraus, daß es noch mehr als eines halben Jahrhunderts bedurfte, bis die Frucht aus seinen schönen, grundlegenden Untersuchungen gereift war, und bis anderen Forschern das Verständnis für seine Lehren aufging, sodaß sie sich veranlaßt sahen, sich mit dieser Frage eingehend zu beschäftigen, um endlich ein wirkliches System für die Verdauungsvorgänge aufzubauen unter genauer Berücksichtigung und genauer Scheidung der beiden für die Verdauung so bedeutsamen Momente, der chemischen und mechanischen Vorgänge.*)

*) Wie wenig noch zu Anfang des 19. Jahrhunderts die Lehren von Spallanzani allgemeine Verbreitung und Verständnis gefunden hatten, geht aus den Worten hervor, mit denen Ph. Fr. Walther (126) in seinem „Lehrbuch" das Wesen der Verdauung kennzeichnete. Er sagt daselbst folgendes: „Die Chymifikation ist weder eine Kochung, eine Gärung, eine bloße Zerreibung, noch eine Maceration der Speisen, sondern sie nimmt die quadratische Potenz aller dieser mehr oder weniger in dem Kreise chemischer Auflösung enthaltener Actionen ein, und ist weder als die eine oder die andere insbesondere vorstellbar."

Zu derselben Zeit, in der Spallanzani lebte, und kurz nach diesem, sind es noch andere Forscher gewesen, die viele bedeutende Beobachtungen über die Magenverdauung gemacht haben.

Nachdem schon Haller darauf hingewiesen hatte, daß eine Trituration im Magen der Säugetiere durch die Magenbewegungen nicht stattfinden könnte und Spallanzanis grundlegende Untersuchungen den Beweis hierfür erbracht hatten, ist es besonders in der Folgezeit der englische Gelehrte Everard Home gewesen, der Ausgang des 18. Jahrhunderts lebte, und der höchst wichtige Beobachtungen über die Magenmechanik gemacht hatte.

Home war der erste, der auf die Bedeutung der mittleren Einschnürung des Magens während der Verdauung hinwies, und der zeigte, daß diese Einschnürung nicht etwa eine Folge von pathologischen Verhältnissen ist, sondern, daß sie normaliter vorhanden sei. Bei Tieren mit einhöhligem Magen ist dieser, wie Home weiter lehrte, und wie auch Allan Burns in der Folgezeit bestätigte, während der Verdauung durch die Zusammenziehung der mittleren ringförmigen Muskelfasern in zwei Abteilungen abgeschnürt, von denen die eine den cardiaseitigen Magenteil, die andere das Antrum pylori umfaßt.

Mit welchem Verständnis Home diesen obigen Prozeß beobachtete, bestätigt auch die von ihm gezogene interessante Parallele zwischen dem einfachen und dem Wiederkäuermagen. Er nahm an, daß der Magen der Wiederkäuer mit seinen verschiedenen Abteilungen in gewisser Beziehung an den Vorgang der Trennung des Magens in zwei Hälften erinnert, nur daß bei diesem die Magenabteilungen nicht bloß während der Verdauung, sondern fortdauernd abgesondert seien.

In der Folgezeit, um den Beginn des 19. Jahrhunderts herum, ist gerade die erwähnte mittlere Einschnürung des Magens mehrfach Gegenstand der Untersuchungen geworden, und diese interessante Erscheinung vielfach diskutiert worden.

Wir können auf diese Untersuchungen, die zu Anfang des 19. Jahrhunderts gemacht worden sind, nicht eingehen, ohne eines Mannes und seines Werkes zu gedenken, durch welches die damals herrschenden Anschauungen in übersichtlicher Weise eine Darstellung erfahren haben. Es ist dies der Bremer Arzt Gottfried Reinhold Treviranus (116) der von 1776 bis 1834

lebte. In seinem umfassenden sechsbändigen Werke: „Biologie oder Philosophie der lebenden Natur, Göttingen 1814“ stellt dieser Autor in nüchterner, aber erschöpfender Weise alle die biologischen Tatsachen zusammen, die damals bekannt waren, wobei er bestrebt ist, den exakten Boden experimenteller Forschung möglichst wenig zu verlieren.

Das Werk gibt uns also die erwünschte Gelegenheit, die in der damaligen Zeit über die uns interessierenden Fragen bestehenden Anschauungen von berufener Seite dargestellt zu sehen. Da Treviranus eigene Versuche nicht gemacht hat, stützt er sich hauptsächlich auf die oben angegebenen von Haller, Home, Walaeus, Wepfer sowie Spallanzani ausgeführten Versuche, die wir im vorstehenden genau erörtert haben.

Das Zusammenwirken von chemischen und mechanischen Vorgängen bei der Magenverdauung bringt Treviranus dadurch zum Ausdruck, daß er sagt:

„Indem der Magen seinen chemischen Einfluß auf die Speise äußert, wirkt sogleich der Magen mechanisch auf diese ein.“

Als Reize, die die Magenkontraktionen veranlassen, sieht Treviranus entsprechend der Hallerschen Lehre (Element. physiolog. Bd. VI. L. 19. S. 4, § 4, p. 260) sowohl chemische als auch mechanische an und hebt hervor, daß auch ohne direkten Reiz beim lebenden Tiere Magenbewegungen beobachtet werden könnten.

Das Kontraktionsvermögen des Magens ist, wie Treviranus nach Spallanzani angibt, von besonderer Stärke bei den hühnerartigen Vögeln, bei denen durch dieselbe Münzen umgebogen, eiserne Röhren zusammengedrückt und Glasröhren zerbrochen würden; schwächer seien diese Zusammenziehungen bei den übrigen Tieren, die keinen muskulösen Magen besitzen.*)

*) Wie ausgedehnt das Wissen über diesen Gegenstand in der damaligen Zeit bereits war, geht aus folgenden Worten von Treviranus (l. c. [116] p. 378) hervor: „Ich sah die Magenkontraktionen unter anderem beim Dysticus marginalis L. und Scarabaeus nasicornis sehr lebhaft vor sich gehen. Bei den Krähen, Reihern und mehreren anderen Vögeln, die zwar keinen so starken Magen haben wie die Hühner, bei denen dieser Teil aber auch aus ziemlich starken Muskelfasern besteht, äußert derselbe seine Kontraktilität dadurch, daß schwache, von dünnem Blei verfertigte Röhren durch ihn eingedrückt und selbst stärkere Röhren, die eine längere Zeit in ihm verweilen, an den Rändern eingebogen werden. Bei lebendig geöffneten Amphibien und Säugetieren findet man den Magen zuweilen in Ruhe, oft aber auch in Bewegung.“

Ueber die Magenkontraktionen äußert sich Treviranus in folgender Weise: (Treviranus [116] l. c. p. 378, 379)

„Die Zusammenziehung des Magens wechselt mit einer Ausdehnung desselben ab, und zwar zieht er sich nicht in seinem ganzen Umfange, sondern stellenweise zusammen, sodaß bald ein Teil konstringiert wird, indem ein anderer erschlafft, und bald der letztere sich wieder zusammenzieht, indem jener sich erweitert. Die zusammengezogenen Stellen werden dicker und runzlig. Der Magen ändert daher, wenn er in Bewegung ist, immer seine Gestalt und hat dann oft ein gegliedertes Aussehen.

Im allgemeinen ist daher die Bewegung eine wurmförmige. Sie geht bald von oben nach unten, bald wieder von unten nach oben. Dieser Wechsel von gerader und rückgängiger Bewegung scheint aber nur solange stattzufinden, bis die Speisen durch den Magensaft aufgelöst sind. Bis dahin ist wahrscheinlich der untere Magenmund verschlossen. Sobald aber die Auflösung vor sich gegangen ist, öffnet sich dieser; die peristaltische Bewegung geht dann nach unten und der Speisebrei wird in den Zwölffingerdarm entleert."

Diese Entleerung der Speisen findet nach Treviranus' Ansichten zu verschiedenen Zeiten statt. Von mehreren zur selben Zeit aufgenommenen Nahrungsmitteln würden die schwereren längere Zeit als die leichteren im Magen zurückgehalten. Bemerkenswert ist zum Schluß noch, daß Treviranus die Ansicht Hallers von der Mitwirkung der Bauchpresse und des Zwerchfells bei der Magenverdauung nicht teilt, sondern dieselbe für unwahrscheinlich hält.

In der Folgezeit ist es zunächst der französische Physiologe Magendie (1785—1855) gewesen, der sich eingehend mit der Frage der mechanischen Funktionen des Magens beschäftigt und dieselben in seinem Werke: „Précis élementaire de Physiologie" niedergelegt hat.

Magendie schließt sich im allgemeinen dem Standpunkte Spallanzanis an, der dem Magensafte die Haupttätigkeit bei der Magenverdauung zuschreibt. Während die älteren Physiologen bis zu Hallers Zeiten die auflösende Funktion des Magensaftes oder den Magensaft als solchen überhaupt nicht kannten, ihre Anschauungen sich also nur auf Vermutungen und Folgerungen stützen konnten, gründet sich Ma-

gendies Lehre nur auf das Experiment. Insofern dürfte er sich außerordentliche Verdienste auch um die Erforschung der Magenmechanik erworben haben.

Hervorzuheben ist, daß er den Magen in zwei Hälften scheidet, deren eine, die linke, er als Milzhälfte bezeichnet, weil sie an die Milz stößt, deren andere als Pförtnerhälfte, weil sie dem Pförtner entspricht. Diese beiden Teile sind gewöhnlich nach Magendies Ansicht durch eine besondere Einschnürung voneinander getrennt. Daß dieselbe nur zeitweise, während der Verdauung, gebildet wird, hebt er jedoch nicht ausdrücklich hervor, sondern er sagt nur, daß die Einschnürung bestimmt erscheine, die Speisen zu verhindern, bis zum Pförtner zu gelangen.

Wir sehen also auch hier wieder, daß die mittlere, andauernde Zusammenschnürung des Magens dem französischen Forscher wohl bekannt war.

Die Anhäufung der Speisen im Magen sowie die örtlichen und allgemeinen Wirkungen, welche daraus entspringen, schildert Magendie in der Uebersetzung seines Werkes durch Heusinger in folgender interessanter Weise:

„Die ersten Speisebissen, welche verschluckt werden, finden leicht Raum in dem Magen; denn der Magen wird von den benachbarten Eingeweiden wenig gedrückt, seine Wände entfernen sich leicht voneinander, und weichen der Kraft, welche den Bissen herabdrückt. Aber im Verhältnis, wie neue Speiseportionen ankommen, wird seine Ausdehnung schwerer, denn es müssen dann die Baucheingeweide zurückgeschoben und die Bauchwände ausgedehnt werden. Die Anhäufung erfolgt besonders am linken Ende und in der Mitte, die Pförtnerhälfte gibt nicht so leicht nach.

So wie sich der Magen ausdehnen läßt, erleiden auch seine Gestalt, seine Verhältnisse zu anderen Eingeweiden, ja selbst seine Lage Veränderungen. Anstatt der ebenen Fläche, die er im leeren Zustande darbietet, nimmt er eine runde Gestalt an; anstatt nur die mittlere regio epigastrica und einen Teil des linken Hypochondriums einzunehmen, dringt sein Blindsack in dieses Hypochondrium ein und füllt es fast ganz aus. Sein großer Bogen dringt gegen den Nabel herab, besonders auf der linken Seite, nur der Pförtner, der durch eine Bauchfellfalte befestigt ist, behält seine Lage und sein Verhältnis zu den umgebenden Teilen.

Wegen des Widerstandes, den nach hinten die Wirbelsäule leistet, kann sich der Magen nach dieser Seite hin nicht ausdehnen; daher muß er sich ganz nach vorn wenden; und da die Speiseröhre und der Pförtner in dieser Richtung keiner Verschiebung fähig sind, so dreht er sich etwas um seine Achse, sodaß die große Kurvatur etwas nach vorn gewendet wird. Seine hintere Fläche wendet sich nach unten, seine vordere nach oben.

Während er seine Lage und sein Verhältnis zu den benachbarten Organen auf diese Art ändert, behält er seine ihm eigene gekrümmte, kegelförmige Gestalt. Diese Erscheinung erklärt sich aus der Art, wie die drei Häute zur Erweiterung desselben beitragen; die beiden Blätter der serösen Haut entfernen sich voneinander und machen dem Magen Platz; die Muskelhaut erleidet eine wahre Ausdehnung, ihre Fasern verlängern sich, jedoch so, daß sie die eigene Gestalt des Magens erhalten; die Schleimhaut endlich gibt nach, besonders an den Stellen, an denen die Falten zahlreich sind; bekanntlich findet man aber diese besonders längs seiner großen Kurvatur, sowie an seinem Milzende.“*)

Es ist bemerkenswert, daß Magendie bestrebt war, sich über den Chymifikationsprozeß ein klares Bild zu verschaffen, was aus dem Nachfolgenden zu ersehen ist.

Die Chymusbildung findet nach Ansicht Magendies besonders im Pförtnerteile statt, die Speisen scheinen nach und nach in diesen zu treten und während ihres Aufenthaltes daselbst die Umwandlung zu erleiden. Doch glaubt Magendie mehr-

*) Ueber das Wesen der Chymifikation hat Magendie schon bereits eine fast zutreffende und unserer heutigen Anschauung nahe kommende Ansicht. Er schildert dieselbe wie folgt (Magendie, l. c. 76 Bd. 2. p. 73): „Die Speisen verweilen eine ziemlich lange Zeit im Magen, gewöhnlich mehrere Stunden. Während dieser Zeit werden sie in Chymus umgewandelt. Innerhalb der ersten Stunden erleiden sie keine wahrnehmbaren Veränderungen, es findet nur eine Durchmischung derselben mit dem im Magen vorhandenen Schleim und den Flüssigkeiten, die immer im Magen vorhanden sind und dort erneuert werden, statt.

Während dieser Zeit bleibt der Magen gleichmäßig ausgedehnt. Dann zieht sich aber die Pförtnerhälfte in ihrer ganzen Länge zusammen, besonders an der Grenze der Milzhälfte, in welche die Speisen zurückgeschoben werden. Von dieser Zeit an findet man in der Pförtnerhälfte nichts als Chymus, vermischt mit einer sehr kleinen Menge nicht umgewandelter Speisen.“

mals Chymus auf der Oberfläche der Speisemasse, welche die Milzhälfte erfüllt, bemerkt zu haben. Jedoch behalten diese Speisen, wie er häufig beobachtete, in diesem Teile des Magens ihre ursprünglichen Eigenschaften. Die Umwandlung der Speisesubstanzen in Chymus erfolgt, wie er sagt, im allgemeinen von der Oberfläche gegen das Zentrum. Es bilde sich an der Oberfläche der verschluckten Speisesubstanzen eine weiche, leicht wahrzunehmende Lage, gleichsam als ob die Substanzen von einem Reagens, welches sie aufzulösen vermag, angegriffen wären.

Die während der Chymifikation der Speisen erfolgenden Magenbewegungen schildert Magendie in hier folgender Weise:

„Der Anfang des Zwölffingerdarms bleibt einige Zeit unbeweglich, dann kontrahiert er sich, der Pförtner und der Pförtnerteil tun dasselbe. Durch diese Bewegung wird der Chymus in die Milzhälfte zurückgeschoben. Dann tritt aber die Bewegung in der entgegengesetzten Richtung ein, d. h., nachdem sich der Pförtner ausgedehnt und den Wiedereintritt des Chymus in seine Höhle gestattet hatte, kontrahiert er sich von links nach rechts und leitet den Chymus gegen das Duodenum hin, derselbe geht durch den Pförtner in den Darm über. Diese Erscheinung wiederholt sich eine Anzahl Mal, dann läßt sie nach, um nach einer gewissen Zeit von neuem einzutreten. — Wenn der Magen viele Speisen enthält, so ist diese Bewegung auf den dem Pförtner nächsten Teil desselben beschränkt. Aber in dem Verhältnis, wie er sich entleert, breitet sich die Bewegung mehr aus und zeigt sich selbst in der Milzhälfte, wenn der Magen fast ganz leer ist. Im allgemeinen wird sie stärker gegen das Ende der Chymifikation. Manche Personen nehmen sie um diese Zeit deutlich wahr.“

Nach Magendie sind es vor allem Tiedemann und Gmelin, Leuret und Lassaigne, Eberle und der amerikanische Arzt Beaumont, die wesentlich zur Erforschung der Lehre von der Magenverdauung beigetragen haben. Da dieselben ungefähr Zeitgenossen sind, so erübrigt es sich, eine besondere Reihenfolge in ihrer Darstellung einzuhalten.

Es sei mir daher gestattet, mit den beiden Heidelberger Professoren Tiedemann und Gmelin (119) zu beginnen, die in außerordentlich umfangreicher, geradezu klassischer Weise und

mit der Unermüdlichkeit und Exaktheit eines Spallanzani Versuche über die Verdauung und auch über den Mechanismus der Magenverdauung angestellt haben.

Ihre Beobachtungen über die Mechanik des Magens, die sie in ihrem Werke „Die Verdauung nach Versuchen" niedergelegt haben, bestätigen im allgemeinen die Lehren ihrer Zeitgenossen und älterer Autoren. Nur der eine, schon von Wepfer sowie von Haller und später von Home beobachtete Vorgang einer mittleren Einschnürung des Magens während des Verdauungsprozesses ist von ihnen niemals bemerkt worden, ja sie tragen kein Bedenken, ihn für eine bloße, auf unrichtige Beobachtungen sich stützende Hypothese zu halten.

Die Anhäufung der Nahrungsmittel im Magen des Hundes, der Katze und des Pferdes schildern Tiedemann und Gmelin auf Grund ihrer Experimente in folgender Weise:

„Der im nüchternen Zustande und durch Kontraktion seiner Muskelhaut ganz auf sich selbst zusammengezogene und verengerte Magen erleidet bei der allmählichen Anfüllung mit Speisen in der Gestalt und Lage bedeutende Veränderungen. Die in den Magen gelangenden, verschluckten Speisen dehnen seine Wandungen von der Cardia an nach und nach aus. So wie neue Bissen ankommen, werden die bereits eingedrungenen Speisen weiter gegen den mittleren und Pförtnerteil fortgetrieben. Die Ausdehnung des Magens während der Anfüllung mit Speisen wird durch seine Lage zwischen den die Netze bildenden Platten des Bauchfells begünstigt. In gleichem Grade wie sich die Höhle des Magens vergrößert, werden die Platten der Netze auseinander getrieben, in den Umfang des Magens hineingezogen, und dadurch werden die Netze verkürzt. Die verschiedenen, die Wandungen des Magens bildenden und schichtenweise gelagerten Häute werden durch die Masse der Nahrungsmittel ausgedehnt. Die innere oder Schleimhaut verliert ihre zahlreichen, im nüchternen Zustande vorkommenden, geschlängelten Falten. Die mit einem dichten Netze von sehr zahlreichen Blutgefäßen durchzogene Gefäßhaut vergrößert sich und die, die Maschen des Netzes bildenden Gefäßverzweigungen werden auseinander gerückt und verlieren ihre zahlreichen Krümmungen und Schlängelungen. Die aus Längen-, Zirkel- und schrägverlaufenden Fasern bestehende Muskulatur wird gleichfalls nach allen Richtungen ausgedehnt.

Mit der Anfüllung und Ausdehnung dieses Organes ist zugleich in etwas eine Drehung um seine Achse verbunden. Da sich der Magen bei der horizontalen Stellung der Hunde, Katzen und Pferde auf den vier Füßen nicht nach oben gegen die einen Widerstand leistende Wirbelsäule ausdehnen kann, so wendet er sich nach unten gegen die Bauchmuskeln, so zwar, daß seine große Krümmung nach unten, die kleine nach oben gerichtet ist (Rotation des Magens, Verf.).

Die in den Magen gelangten, meist nur gröblich zerstückelten Nahrungsmittel können unter den gewöhnlichen Umständen nicht aus dem Magen entweichen. Ihr Austritt in das Duodenum wird teils durch die ringförmig vorspringende Falte des Pförtners, teils durch die Kontraktion der hier liegenden, sehr starken, kreisförmigen Muskelbündel verhindert. Bei der Stellung der Hunde, Katzen und Pferde auf allen Vieren, wobei sich der Magen fast in derselben Ebene mit der Speiseröhre befindet, könnte man vermuten, daß die Nahrungsmittel leicht in die Speiseröhre zurückkehrten. Dies aber wird durch die Zusammenziehung der Muskelhaut der Speiseröhre verhindert, welche bei weitem dicker und stärker als die des Magens ist. Außerdem ist dieser Kanal im leeren Zustande stets auf sich selbst zusammengezogen und wird nur während des Verschluckens von Speisen in einem erzwungenen Zustand von Ausdehnung versetzt. Sowie die Speiseröhre die verschluckten Speisen durch ihre Kontraktion in den Magen fortbewegt hat, kehrt sie in den Zustand des Verengt- und Geschlossenseins zurück; daher können die Speisen nicht wieder aus der Höhle des Magens in die Speiseröhre zurücktreten.

Die durch die Kontraktion der kreisförmigen Muskelbündel bewirkte Verengerung und Verschließung der Speiseröhren- und Pförtneröffnung ist so bedeutend, daß selbst nach Ausschneidung des Magens in einem soeben getöteten Tiere meist nichts von den Speisen aus diesen Oeffnungen entweicht."

Ueber die peristaltischen Bewegungen des Magens, welche von Tiedemann und Gmelin sehr genau und richtig beobachtet wurden, äußern sie sich wie folgt (Tiedemann und Gmelin, [119], 1. c. p. 293): „Der durch die Masse der verschluckten Nahrungsmittel in einen erzwungenen Zustand von Ausdehnung versetzte lebende Magen wirkt gegen dieselben durch die Kontraktion seiner Muskelhaut zurück. Die Speisen

üben teils durch ihre Masse und ihr Gewicht, teils durch die in ihrer Mischung begründeten Eigenschaften eine Reizung auf den Magen aus, welche die Zusammenziehungen der Muskelhaut erregt.

Die Bewegungen erfolgen im allgemeinen wurmartig, sehr langsam, oft kaum merklich, daher sie fälschlich von einigen Physiologen geleugnet worden sind. Die Muskelhaut zieht sich nicht in ihrem ganzen Umfange gleichzeitig, sondern mehr stellenweise zusammen, so zwar, daß bald ein Teil des Magens sich etwas verengert, während ein anderer sich ausdehnt, dann dieser sich wieder kontrahiert und jener erschlafft. Die in Kontraktion begriffenen Stellen werden dicker und runzlig. Die abwechselnden Kontraktionen und Expansionen erfolgen nicht bloß in die Quere, sondern auch der Länge nach, nach dem Verlaufe der Muskelfasern. Meist gehen sie wellenartig von der Speiseröhre gegen den Pförtner, und von diesem wieder gegen jene zurück. Doch sahen wir auch Bewegungen von beiden Enden des Magens zugleich ausgehen, die in seinem mittleren Teile zusammenflossen. Am stärksten und lebhaftesten bemerkten wir die Bewegungen am Pförtnerteile, wo die Muskelhaut am dicksten ist. Der Grad der Zusammenziehung der Muskelhaut, sowie die Lebhaftigkeit der Bewegungen scheint von der Stärke der Reizungen abzuhängen, welche die Speisen auf den Magen ausüben. Am lebhaftesten waren die Bewegungen bei Hunden und Katzen, welche Knochen, Brot, Fleisch, Faserstoff und geronnenes Eiweiß erhalten hatten.

Durch die abwechselnd erfolgenden Kontraktionen der Muskelhaut werden die Nahrungsmittel in der Höhle des Magens schwach bewegt, und die flüssigen und aufgelösten Teile der Speisen werden gegen den Pförtner gepreßt. Aus diesem entweichen sie nach und nach in kleinen Portionen während der eintretenden Expansionen seiner Zirkelfasern in das Duodenum. Die peristaltische Bewegung des Magens dauert fort, so lange, bis die Nahrungsmittel durch den Magensaft vollständig aufgelöst und nach und nach durch den Pförtner in das Duodenum entleert sind; hierauf kehrt der Magen wieder in den Zustand der Leere und Verengerung zurück.“

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß Tiedemann und Gmelin auch über die Magenverdauung der Vögel Versuche angestellt haben. Da dieselben die Anschauungen Spallanzanis

im allgemeinen bestätigen, so unterlasse ich es, an dieser Stelle näher auf sie einzugehen.

Im Anschluß an Tiedemann und Gmelin liegt es nahe, das korrespondierende Werk „Recherches physiologiques et chimiques, pour servir à l'histoire de la digestion, Paris 1825" der französischen Physiologen Leuret et Lassaigne (68) zu erwähnen, die bekanntlich zu derselben Zeit ihre umfangreichen, allerdings den Resultaten Tiedemanns und Gmelins vielfach widersprechenden Untersuchungen über die Verdauung vorgenommen haben und die ebenso wie das Tiedemann-Gmelinsche Werk bekannt sind durch das Preisausschreiben der Académie française im Jahre 1823.

Die Versuche dieser beiden Physiologen erstrecken sich hauptsächlich auf die Analyse der Verdauungssäfte, wobei sie den Magenmechanismus nur flüchtig berühren und einige allgemeine Momente der Magenverdauung anführen.

Nach ihrer Ansicht erweitert sich der Magen fortschreitend bei der Aufnahme der Nahrungssubstanz, welche durch die Cardia in denselben gelangt. Bei diesem Vorgang verändern sich Form und Lage des Magens beträchtlich. Der Magen rundet sich ab und schwillt an, seine große Kurvatur richtet sich nach vorwärts und sein Pylorusende erstreckt sich bis in die Regio epigastrica und die Regio hypochondriaca sinistra.

Die Falten seiner inneren Tunica verschwinden ganz; seine Tunica fibrosa gibt nach ihrer Ansicht soweit nach, als es ihre Elastizität gestattet, und die verschiedenen stark ausgedehnten Muskelbündel verharren einige Zeit hindurch ohne Kontraktion.

Ueber die eigentlichen Magenbewegungen äußern sich Leuret et Lassaigne nicht, immerhin glaubte ich der beiden Autoren an dieser Stelle Erwähnung tun zu müssen.

Ein weiterer sehr zu beachtender Physiologe, der sich große Verdienste um die Erforschung der Magenverdauung gemacht hat, ist bekanntlich der im Anfange des 19. Jahrhunderts lebende Würzburger Arzt Joh. Nepumuk Eberle.

Seine Versuche dürfen zweifellos in eine Reihe gestellt werden mit den Forschungen Tiedemann und Gmelins sowie Beaumonts. Er war es, dem es zum erstenmal gelang, künstlichen Magensaft darzustellen und eine künstliche Chymifikation zu ermöglichen.

Wenn sich Eberle (31) auch hauptsächlich mit der Chemie der Verdauung beschäftigt hat, so hat er doch auch nicht wenig zur Förderung der Erforschung des Mechanismus des Magens beigetragen, die er uns in seinem Werke „Physiologie der Verdauung nach Versuchen auf natürlichem und künstlichem Wege, Würzburg 1838“ schildert. Betreffs der Anhäufung der Speisen in der Magenhöhle glaubt Eberle, daß dieselbe zuerst in der Cardial- und Mittelabteilung vor sich geht, woselbst sich die Speisen längere oder kürzere Zeit aufhalten, je nachdem sie flüssig oder fest sind, leicht oder schwer verdaulich, d. h. lösbar oder weniger lösbar. Während dieser Zeit bewegt sich der Magen beinahe unablässig.

Den Vorgang, wie die Speisen in den Magen gelangen und welche Veränderungen sie daselbst hervorrufen, beschreibt Eberle in folgender Weise:

„Sobald der gekaute Bissen durch die Speiseröhre in den Magen dringt, wird dieser ausgedehnt, und zunächst sein Speiseröhrenteil; das Verschluckte wird durch nachfolgende Bissen verdrängt, gelangt in das Mittelstück des Magens, und endlich in den Pförtnerteil; so geht es nun fort, bis der Magen mehr oder weniger angefüllt ist. Diese Anfüllung verändert die Gestalt und Lage des Magens; seine Wandungen werden nämlich von dem Speiseröhrenteile gegen den Pylorus hin ausgedehnt. In gleichem Grade, als sich der Magen ausdehnt, werden auch die Blätter des Netzes auseinander getrieben und verkürzt. Die Schleimhaut des Magens verliert ihre eckigen und geschlängelten Falten, die Gefäßhaut vergrößert sich ebenfalls, die Verzweigungen und maschenförmigen Verstrickungen der Gefäße kommen weiter auseinander zu stehen, die Gefäße und Nerven werden mehr gestreckt, verlieren dadurch ihre Schlängelungen und Krümmungen. Ebenso wird auch die Muskelhaut ausgedehnt. Mit der Anfüllung des Magens geschieht zu gleicher Zeit auch eine Drehung um seine Achse (Rotation), die große Kurvatur kommt nach vorne, die kleine nach oben und hinten zu stehen. Das Entweichen der verschluckten Nahrung aus dem Magen ist einerseits durch die Speiseröhre, die in leerem Zustande immer auf sich selbst zusammengezogen ist, verhindert; das Kontraktionsvermögen, welches die Speiseröhre durch ihre starken Muskelfasern erlangt, ist sehr bedeutend, wovon man sich an lebenden und frisch ge-

töteten Tieren überzeugen kann; auf der anderen Seite leistet der Pförtner Widerstand."

Die Kontraktion der Magenwandungen ist nach Eberles Ansicht dort am stärksten, wo der Bissen liegt, indem dort der größte Widerstand ist, und jederzeit die Rückwirkung mit dem Grade der Einwirkung in genauem Verhältnis steht. Außerdem verursache noch die chemische Beschaffenheit der Speise, die verschiedene Reize auf die Magenwandungen anzubringen imstande sei, Bewegungsformen.

Es ist dabei besonders zu bemerken, daß Eberle im Gegensatz zu Tiedemann und Gmelin die mittlere Einschnürung des Magens bei Hasen, Kaninchen und Meerschweinchen beobachtet hat. Er schildert diese Vorgänge wie folgt (Eberle [31] 1. c. p. 53):

„Ist der Magen angefüllt, so zieht er sich, vorausgesetzt, daß die Resistenz des Inhaltes in seinem ganzen Umfange gleich ist, gleichmäßig um seine Contenten zusammen, und es ist dann in der ersten Zeit des Aufenthaltes der Speisen im Magen keine sichtbarliche Bewegung wahrzunehmen. Es besteht eine gleichförmige Spannung. Bewegung muß erfolgen, sobald diese gleichförmige Spannung ins Ungleiche geht, und dieses geschieht, sobald das Aliment durch die Aktion der Chymifikation erweicht und verflüssigt worden ist."

Und weiter äußert sich Eberle über die Magenbewegungen in folgender Weise:

„Die Magenbewegungen erfolgen im allgemeinen langsam, gleichmäßig, wurm- und wellenförmig, geschehen oft ganz unmerklich schleichend. Die Zusammenziehung erfolgt meist nur stellenweise, wodurch der Magen eine unebene, manchmal fast höckerige Gestalt annimmt, denn während eine Partie einsinkt, erhebt sich eine andere u. s. w.

Was die Richtung dieser wellenförmigen Bewegungen betrifft, so gehen sie gewöhnlich von der Speiseröhre gegen den Pförtner und von diesem auch wieder gegen den Speiseröhrenteil zurück; oft beginnt eine Bewegung am Pförtner und an der Speiseröhre zugleich, und beide treffen dann an irgendeiner Stelle zusammen u. s. w. Besonders ausgezeichnet beobachtete ich diese Bewegung am Pförtner der Hasen und Kaninchen, der Meerschweine und mehrerer anderer Tiere, bei denen der

Pförtnerteil gleichsam eine eigene, von der übrigen Magenhöhle durch einen Einschnitt abgegrenzte Höhle bildet.

Je reizender die Nahrungsmittel auf die Schleimhaut wirken, desto lebhafter geschieht die Bewegung; sie erfolgt auch stärker, wenn der Magen mechanisch gereizt wird und gegen das Ende des Chymifikationsprozesses."

Durch diese Magenbewegungen werden nach Eberles Ansicht die Nahrungsmittel in der Magenhöhle mehr oder weniger bewegt, gemischt und weiter befördert. Am lebhaftesten sei die Bewegung im Pförtnerteile, wodurch der Uebergang der Nahrungsmittel in den Darmkanal bewerkstelligt werde. Dieser erfolge nur allmählich und in kleinen Portionen.

Wir sehen also, daß Eberle den Bewegungen des Magens insofern einen großen Wert beimischt, als er annimmt, daß sie bei der Durchmischung der Speisen eine wesentliche Rolle spielen. Diese Bewegungen seien daher höher zu würdigen als bloß ein Hilfsmittel, die Magencontenten in den Darm hinüber zu liefern; sie befördern nicht nur die bessere Mischung, sondern durch sie würden die zwar schon von dem auflösenden Magensaft durchdrungenen und erweichten größeren Massen noch vollends zur Breimasse gedrückt.

Die Lehren und Anschauungen über den Mechanismus des Magens hat ungefähr zur selben Zeit der amerikanische Arzt W. Beaumont (4) uns in seinem interessanten von Dr. Bernhard Luden übersetzten Werke: „Neue Versuche und Beobachtungen über den Magensaft und die Physiologie der Verdauung" niedergelegt.

Durch seine außerordentlich interessanten Experimente an einem lebenden Menschen hat er wesentlich dazu beigetragen, bisher noch ungelöste Fragen über den Mechanismus des Magens zur Klärung zu bringen.

Beaumont verdankt die Möglichkeit seiner Versuche einem jungen Canadier, namens Alexis St. Martin, der durch das zufällige Losgehen einer Flinte in der Magengegend schwer verletzt wurde. Die Wunde verheilte, jedoch blieb eine konstante Oeffnung des Magens von einigen Zoll Umfang zurück. Diesen Umstand benutzte Beaumont zu seinen Versuchen, welche er ungefähr 7 Jahre lang an diesem Individuum auszuführen Gelegenheit hatte.

Ueber das Wesen der Chymifikation sagt Beaumont daß die Speisen, die in den Magen gelangt sind, daselbst gewissen Entwicklungen und Bewegungen unterworfen seien, die durch die Muskelfasern hervorgebracht würden. Die Dauer des Chymifikationsprozesses berechnet er auf durchschnittlich 3½ Stunden. Im Gegensatz zu den Hypothesen vieler Physiologen, die annehmen, daß während der Verdauung einer Mahlzeit sich die Temperatur des Magens beträchtlich erhöhe, behauptet Beaumont, daß weder bei leerem noch bei vollem Magen, noch während der verschiedenen Grade der Chymifikation eine Veränderung der Temperatur stattfindet, es sei denn, daß irgendein anderer Umstand dies verursacht. Lebhafte Leibesbewegung erhöhe die Temperatur des Magens, mag er leer oder voll sein immer um 1½ Grad (Fahrenheit!). Starke und ermüdende Bewegung verzögere die Verdauung, mäßige Bewegung dagegen trage besonders zu gesunder und schneller Verdauung bei.

Es ist bemerkenswert, daß in der allerneuesten Zeit durch Tigerstaedts (117) Untersuchung bei Menschen mit Magenfisteln diese Beobachtungen Beaumonts über die Temperaturverhältnisse während des Verdauungsprozesses im Magen bestätigt werden, während man im übrigen allgemein der Ansicht war, daß eine Temperaturerhöhung bei der Verdauung zu verzeichnen sei. Besonders sind es Kroneckers Versuche, durch die das Eintreten einer Temperaturerhöhung in der Magenhöhle während der Verdauung bewiesen erschien.

Die weitere Annahme der Gelehrten, daß die Verdauung zuerst an der Stelle beginne, welche der Oberfläche des Magens am nächsten liege, bestätigt auch Beaumont und fügt hinzu, daß die Chymifikation nicht nur schichtenweise, wie man bisher geglaubt habe, vor sich gehe, sondern daß der aufgenommene Speiseballen in kurzer Zeit, wenige Minuten nach Aufnahme in den Magen, bereits mehr oder weniger vom Magensafte durchtränkt sei. Dies treffe allerdings nur zu bei der Aufnahme kleiner, mäßiger Portionen in den Magen. Werde eine ungewöhnlich starke Mahlzeit genossen, so sei die notwendige Menge Magensaft zur vollkommenen Auflösung nicht gleich vorrätig. Bei zäher und klebriger Beschaffenheit der Nahrung sollen nach Beaumont die äußeren Portionen der ganzen Masse zuerst verdaut und hierauf die folgenden Portionen mit dem Magensaft durchdrungen werden.

Im Gegensatze zu Wilson Philip (94), der behauptet, daß, wenn Speise zu verschiedenen Zeiten eingenommen werde, die frische nie mit der älteren vermengt werde, stellt Beaumont jedoch fest, daß alte und neue Speisen, wenn sie gleichmäßig verkleinert waren, gern und schnell im Magen sich vermengen.

Der Abgang des Chymus aus dem Magen erfolgt nach Beaumonts Ansicht stufenweise. So wie sich derselbe bildet, trete er teilweise ab. Im Beginne sei dieser Uebergang langsamer als bei weiter vorgerückter Stunde. Bloße Flüssigkeiten verlassen den Magen bald wieder, entweder durch Einsaugung oder durch den Pylorus.

Die Anschauung Beaumonts über die Entleerung der Speisen in das Duodenum stimmt im wesentlichen mit den heutigen Anschauungen überein. Beaumont nimmt an, daß dann, wenn der Speisebrei einen gewissen Säuregehalt erreiche, dadurch auf den Pylorus ein Stimulus ausgeübt werde, der die Entleerung des Chymus in das Duodenum ermögliche. Wenn Alles in den Zwölffingerdarm übergegangen ist, hören nach Beaumont die Bewegungen des Magens auf.

Auf Grund seiner Beobachtungen und Experimente sagt nun Beaumont über die Bewegungen des menschlichen Magens in der Uebersetzung seines Werkes von Luden folgendes (Beaumont [4], l. c. p. 75):

„Sobald der Bissen durch die Cardia eintritt, wendet er sich links nach dem Milzende des Magens und wird von hier längs der großen Curvatur nach dem Pförtner hin bewegt, von da kehrt er längs der kleinen Curvatur zurück, zeigt sich wieder an der Fistelöffnung der großen Curvatur, um diese Bewegungen zu wiederholen. (Rotation des Mageninhaltes. Verf.)*)

Ich habe mich von diesen Bewegungen des Magens dadurch überzeugt, daß ich einzelne besondere Teile unter den Speisen immer wieder erkennen konnte; und das Thermometer, das ich während der Chymifikation häufig in den Magen einbrachte, zeigte stets und unveränderlich dieselben Bewegungen.

*) Man muß also eine Rotation des Magens (um seine Achse) und eine Rotation des Mageninhaltes unterscheiden. Die Lehre von beiden Rotationen ist von fast allen Physiologen der Mitte des 19. Jahrhunderts angenommen worden.

Diese Umwälzungen dauern eine bis drei Minuten. Im Anfange der Chymifikation sind dieselben langsamer, sie werden aber schneller, sowie die Chymifikation Fortschritte macht. Ich konnte nichts von einer Unterscheidungslinie früher oder später genossener Speisen und einer besondern, mehr in der Mitte oder nahe der Oberfläche befindlichen Lage des Roheren, zur Unterscheidung bereits mehr Verarbeiteten bemerken, wie solches von Philip, Magendie und anderen beobachtet sein soll. — Diese vielfache Bewegung hat ohne Zweifel den Zweck, den sie auch erfüllt, nämlich den Bissen zu zerdrücken und die äußere, aufgelöste Lage von den Speisen abzureiben, damit die unverdauten Teile mit dem Magensafte in Berührung kommen können."

Es ist interessant, daß Beaumont auch die vielerwähnte mittlere Zusammenschnürung des Magens bei seinem Canadier deutlich beobachtet hat. Ich lasse infolgedessen seine hochinteressante und ausführliche Beschreibung über diesen Prozeß und über die Magenkontraktionen überhaupt hier wörtlich folgen. Es heißt (Beaumont [4] l. c. p. 77, 78, 79):

„Dieses schneller werdende Hinausdrücken scheint durch eine besondere Aktion der Transversalmuskeln oder -Bänder, wie solche Spallanzani, Haller, Cooper, Home u. a. in ihren Versuchen an Tieren beschreiben, bewirkt zu werden. Dieses Band liegt nächst dem Anfange des Pylorusendes, das mehr konisch geformt ist, 3—4 Zoll vom letzten Ende. Als ich während der letzten Stufen der Verdauung versuchte, eine lange gläserne Thermometerröhre durch die Oeffnung in die Pylorusgegend des Magens zu bringen, konnte ich zuerst ein gezwungenes Zusammenziehen bemerken und die Kugel der Röhre fand Widerstand. Bald jedoch ließ der Widerstand nach, die Kugel ging ohne Schwierigkeit durch und schien mit einiger Gewalt 3—4 Zoll gegen den Pylorus hinabgezogen zu werden. Sie wird dann wieder frei gegeben und wieder aufwärts geschoben, wobei die Röhre eine drehende Bewegung zeigt und sich manchmal ganz herumdreht. Läßt man die Röhre frei, so wird sie bei diesen Zusammenziehungen bis zur Tiefe von 10 Zollen eingezogen, und es erfordert einigen Kraftaufwand, sie wieder zurückzuziehen, wobei man eine starke, saugende Kraft bemerkt, ähnlich jener, welche den Kolben einer leeren Pumpe zurückhält. Sobald aber die einziehenden Bewegungen aufhören, geht die Röhre wieder von selbst 3—4 Zoll aufwärts,

bis die Kugel dem Scheine nach nicht mehr höher steigen kann; zieht man sie aber einige Zoll weiter heraus, wobei sie durch die anwesende Striktur geht, so läßt sie sich dann in allen Richtungen in dem Magenmundteile herumbewegen. Oberhalb des zusammenschnürenden Bandes und dem Milzteile bemerkt man nichts von dieser saugenden oder festhaltenden Bewegung; wenn jedoch die Kugel des Thermometers bis da hinabgedrückt wird, so fühlt man deutlich, daß sie ergriffen, festgehalten, und unwillkürlichen Bewegungen unterworfen wird. Diese besonderen Bewegungen und Zusammenziehungen bestehen, solange der Magen nicht vollkommen leer ist, und noch Ueberbleibsel von Speise oder Magenbrei vorhanden sind. — Dieses Zusammenziehen und Freigeben erfolgt in gegenseitigem Wechsel in unregelmäßigen Zwischenräumen von 2—5 Minuten. Zu gleicher Zeit bemerkt man eine allgemeine Verkürzung der Muskelfasern.

Während des Nichtbestehens der einziehenden Bewegungen verbringen die rugae ihre windenden Bewegungen; die wellenförmigen Bewegungen der Flüssigkeiten erscheinen, die Masse der Speise und des Magenbreies, gemengt ohne Unterschied, zeigt sich in ihren Umwälzungen durch die Milz und Cardiagegend."

Aus diesen Tatsachen schließt Beaumont nun folgendes:

„Die Muskeln, die den Magen der Länge nach umgeben, bewegen unter Mitwirkung der Quermuskeln, in dem Milz- und dem mittleren Teile den Inhalt desselben in den Pförtnerteil. Die Quermuskeln ziehen sich einer nach dem anderen von der Linken zur Rechten zusammen. Wenn der Impuls bis zu dem Querbande kommt, so zieht sich dieses stärker zusammen, und indem es sich gegen die Nahrungsmittel, die nun im Pförtnerteil enthalten sind, schließt, ist deren Rücktritt verhindert. Die Muskeln der Pylorusgegend ziehen sich nun um die anwesende Masse zusammen, trennen und drücken einen Teil des Magenbreies hinab.

Wenn die Kontraktionen das Pylorusende erreicht haben, lassen das Zirkularband und alle Transversalmuskeln wieder nach und ein Zusammenziehen in umgekehrtem Sinne von der Rechten zur Linken beginnt, der Inhalt erscheint wieder in der Milzgegend, um ähnliche Umwälzungen zu vollbringen."

Am Schlusse seines Werkes faßt Beaumont nochmals alle die Momente, die für die Magenverdauung wichtig erscheinen,

in gedrängter Form zusammen. Seine für die mechanischen Funktionen des Magens in Betracht kommenden Resultate sind folgende (Beaumont [4], l. c. p. 222):

„1. Die Bewegungen des Magens verursachen ein beständiges Kochen seines Inhaltes und eine Vermischung der Speisen und des Magensaftes.
2. Die Magenbewegungen gehen nach zwei Richtungen, nach der Länge und der Breite.
3. Das Hinauspressen des Chymus in das Duodenum wird durch ein Transversalmuskelband bewirkt."

Es scheint mir an dieser Stelle angebracht, verschiedener anderer Autoren noch Erwähnung zu tun, die zu jener Zeit an verschiedenen Tieren treffliche Experimente und Beobachtungen gemacht haben.

So ist die mittlere Einschnürung des Magens von diesen vielfach beschrieben und beobachtet worden.

Auch Wilson Philip (94) (l. c. S. 116) sowie Longet (69) beobachteten die Zusammenschnürung des Magens, ersterer an Kaninchen; Schultz (104) sah ebenfalls diesen Prozeß und sagt, daß der Anfang dieser Kontraktion nach Beginnen des Chymifikationsprozesses stattfinde.

Beim Menschen wurde ebenfalls verschiedentlich diese Einschnürung beobachtet, die man allerdings durch Aufblasen zum Verschwinden bringen konnte, cf. Cruveilhier (19). Mayo (77) und Bérard (6) sowie Richerand (100) bestätigen das Vorhandensein der mittleren Zusammenschnürung bei eben getöteten Menschen.

Richerand führt als Beweis seiner Behauptungen folgendes an:

„Vor einigen Wochen brachte man den Leichnam eines Arbeiters, der kurze Zeit nach eingenommenem Frühstück erschlagen worden war, in das Hospital St. Antoine. Eine sehr bedeutende Einschnürung grenzte den Milzteil des Magens von seinem Pförtnerteile ab; in dem ersteren befanden sich nur Flüssigkeiten, in dem zweiten von dem Magensaft erweichte Speisen."

Es ist also durch diese so zahlreichen Beobachtungen der Beweis erbracht, daß die während des Verdauungsprozesses sich bildende mittlere Mageneinschnürung früher schon allgemein bekannt war. Nicht unsere heutigen modernen Forschungen

haben die Kenntnis dieses so außerordentlich interessanten und wichtigen Vorganges zu Tage befördert, nein, das Verdienst, denselben zuerst beobachtet zu haben, gebührt Männern vergangener Zeitepochen.

Als nächster der Gelehrten, die mit den mechanischen Funktionen des Magens sich besonders beschäftigt haben, dürfte der Physiologe Maurice Schiff (107) anzuführen sein. Man darf wohl behaupten, daß bis zu seiner Zeit die Magenbewegungen von niemand so eingehend und ausführlich beschrieben worden sind als gerade von diesem Autor. Seine Beobachtungen hat er uns in seinem Werke „Leçons sur la physiologie de la digestion" überliefert. Er hat alle Untersuchungen zum Studium normaler Bewegungen an lebenden Tieren vorgenommen, weil er erkannt hatte, daß die unmittelbar nach dem Tode am Kadaver beobachteten visceralen Bewegungen sich von den normalen Bewegungen beim lebenden unterscheiden.

Die von verschiedenen Gelehrten angenommene Rotationsbewegung des Magens leugnet Schiff und sagt, daß sich der Magen einzig und allein in dem Maße, wie er sich mit Nahrung füllt, auf der Vorder- und Hinterfläche wölbt.

Die wirklichen Magenbewegungen sah Schiff bei einer großen Anzahl von Tieren, die er nüchtern oder im Beginne der Verdauung untersuchte, fast niemals. Dafür beobachtete er sie konstant in vorgeschrittenen Perioden der Verdauungsarbeit. Während sie im Beginn der Verdauung nur selten oder garnicht auftreten, werden sie im allgemeinen gegen Ende dieses Aktes frequenter und ausgedehnter, sobald die Absorption des Verdauungserzeugnisses ihren Anfang nimmt.

Indessen ist nach Schiffs Ansicht diese Regel bei weitem nicht ohne Ausnahme. So konnte er bei einigen Tieren am leeren Magen ziemlich lebhafte, stomachale Bewegungen sehen, allerdings nur selten. Oefters sah er einige Bewegungen gegen Ende der ersten Verdauungsstunde. Selten zeigte sich bei Hunden und Katzen der Magen völlig unbeweglich in der vierten und fünften Stunde der Verdauung. Am häufigsten war er unbeweglich während der ersten 5—10 Minuten nach Incision der Abdominalwände.

Schiff bezeichnet die reinen Magenbewegungen als stomachale Bewegungen. Auch er hebt ganz besonders das Vorhandensein einer mittleren Zusammenschnürung des Magens her-

vor und hat dieselbe oft an Hunden, deutlicher noch bei der Katze beobachtet.*)

Die wurmförmigen Bewegungen, die fast regelmäßig gegen Ende der Verdauung, mitunter aber auch zu Beginn derselben, auftreten, teilt Schiff noch nach den Gegenden, wo sie vorkommen, in drei gut zu unterscheidende Kategorien ein: Bewegungen der Pylorusgegend, Bewegungen des der Milz anliegenden Teiles oder der großen Fundusgrube, und Bewegungen des Cardialabschnittes des Oesophagus. Diese letzteren, die mit den Magenbewegungen eigentlich nichts zu tun haben, führt er deshalb an, weil sie von besonderer Wichtigkeit für den Mechanismus des Cardiaverschlusses sind.

Die beiden Magenhälften, rechte und linke, können, so führt Schiff aus, voneinander unabhängige und unterschiedene Bewegungen machen. Sehr oft kontrahiere sich die Pylorusgegend allein, während die Cardialgegend in völliger Ruhe verbleibe.

Man sieht, wie Schiff beobachtet hat, wie eine antiperistaltische Welle ungefähr in der Nähe des Eintrittes des

*) Die Bildung dieser Antralfurche schildert Schiff in folgender Weise: „On voit alors se former, du côté de la grande courbure une échancrure à contours très-obtus qui, une fois produite, peut persister à la même place pendant plusieurs minutes, et qui s'éfface ensuite en moins de temps qu'elle n'en avait mis à se former. J'ai vu cette échancrure se produire chez le chien, et d'une manière plus prononcée encore, chez le rat. Chez le chat je n'en ai observé que des traces. Serait-ce une observation de ce genre qui a fait croire anciennement que l'estomac se divisait en deux compartiments pendant la digestion?

J'ai remarqué qu'après la cessation de la circulation ou à la suite d'une irritation des nerfs gastriques pendant la vie cette échancrure de la partie moyenne de l'estomac acquérait quelquefois un développement beaucoup plus prononcé. Elle est alors plus profonde et plus aiguë qu'à l'état normal et l'estomac prend un aspect presque biloculaire. Ce phénomène ne s'observe pas seulement chez le chien, mais aussi chez le lapin, bien que chez le rongeur le contenu stomacal soit ordinairement plus consistant.

En outre, et ce fait exceptionel, l'éstomac d'un très petit nombre d'animaux présente quelquefois à l'état normal et sans irritation nerveuse artificielle, un ou deux étranglements profonds. C'est ainsi que j'ai vu l'estomac des grenouilles et des serpents, découvert pendant la vie, montrer une forme biloculaire et même triloculaire. Cet état de contraction local durait très longtemps et ne sessait quelquefois que lorsque se déclaraient les mouvements péristaltiques cadavériques."

Ductus choledochus vom Duodenum ausgeht und sich von da allmählich bis zum Magen ausdehnt. Wenn die kreisförmige Einschnürung in Höhe des Pylorus gekommen ist, zeigt der Darm von neuem sein gewöhnliches Aussehen. Vom Pylorus soll zusehends stärker werdend, sich die Bewegung auf den Magen übertragen und bis zur Mitte des Organes vorschreiten. An der großen Kurvatur ist die Bewegung nach Schiff immer ausgeprägter als an der entgegengesetzten Seite. Uebrigens soll sich die Kontraktion beim Magen in derselben Weise wie beim Darm entwickeln. Schiff sagt, daß es immer eine allmählich zunehmende Zusammenschnürung sei, der eine Erschlaffung folge. Niemals kontrahiert sich nach Schiffs Ansicht die Pylorusgegend auf einmal in ihrer ganzen Ausdehnung. Bemerkenswert bleibe jedoch dabei, daß die Erschlaffung sich nicht am Sphincter pylori beobachten läßt, der selbst nach dem Durchgang der Welle und bis zu ihrer Rückkehr in Kontraktion zu bleiben scheint.

Ist die Welle ungefähr in der Mitte des Magens angekommen, so steht sie, wie Schiff weiter ausführt, einen Augenblick still und kehrt dann in umgekehrter Richtung zum Pylorus und Duodenum zurück. Diese rückwärts verlaufende Bewegung sei peristaltisch und beschränke sich mitunter, z. B. beim Kaninchen, auf die der großen Kurvatur entsprechende Gegend; im allgemeinen sei sie besser zu sehen und energischer als die ihr vorangehende antiperistaltische Welle. Doch sei auch hier noch die Bewegung deutlicher an der großen Kurvatur. Dieser Unterschied wäre schon beim Hund deutlich zu sehen, besser noch bei dem Kaninchen.

Der 1. Kontraktion folgt nach Schiffs Beobachtung eine 2. und 3., und sie alle nehmen ihren Ausgang vom oberen Duodenalabschnitt und kehren dahin zurück, nachdem sie ungefähr in der Mitte des Magens Halt gemacht haben.

Die Bewegungen des der Milz anliegenden Teiles des Magens nehmen gewöhnlich nach Schiffs Ansicht ihren Ausgang von der Cardia. Der Fundus führe zunächst eine ganz leichte, antiperistaltische Bewegung aus, von rechts nach links; dann komme eine merklich kräftigere und mitunter allein sichtbare peristaltische Welle, die bei sehr jungen Tieren in der Cardialgegend, bei älteren Individuen auf dem Boden der Fundusgrube entstehe. Die Kontraktion verbreite sich fast ausschließlich

entlang der großen Kurvatur, und am oberen Magenrand bemerke man nur Spuren davon, ja er könne auch gänzlich unbewegt erscheinen. Die peristaltische Welle krieche allmählich bis zum mittleren Teil des Magens und stehe dort stille, ohne einer antiperistaltischen Kontraktion Raum zu geben. So wiederhole sich dieses Phänomen mehrere Male und schließlich folge darauf eine Ruhepause von verschieden langer Dauer. Die Bewegungen der Cardialgegend seien langsamer als die des Pylorus und brauchen mehr Zeit zu ihrer vollständigen Entwicklung. Im Augenblick der größten Tätigkeit des Magens, also gegen Ende der Verdauung, sah Schiff mitunter die Kontraktionen beider Magenhälften, der linken und rechten, zusammenfallen. Da nun die Bewegungen des Cardialabschnittes langsamer als die des Pylorusabschnittes sind, so werde offenbar eine antiperistaltische von der Regio pylorica stammende Welle mit einer peristaltischen Welle der Cardialregion zusammentreffen können.

Schiff beschreibt nun in höchst ausführlicher Weise die mechanische Wirkung einer solchen Kombination, die in dem Zusammentreffen einer peristaltischen Welle mit einer antiperistaltischen gegeben ist, speziell die Wirkung, die diese genannte Kombination auf den Speisebrei ausübt. Er kommt zu dem Schluß, daß durch das Zusammentreffen zweier derartiger Wellen die Vorwärtsbewegung des Speisebreies nach dem Duodenum nur verlangsamt, nicht aber aufgehoben werde.

Der Hinübertritt der Mageningesta in den Zwölffingerdarm erfolgt endlich nach Schiffs Beobachtungen nicht fortgesetzt, sondern mit Unterbrechungen, wie dies auch andere Autoren, wie ich ausgeführt habe, angeben.

Es dürfte somit nach den Beobachtungen Schiffs der Beweis erbracht sein, daß derselbe die Magenbewegungen mit einer wirklich erstaunlichen Genauigkeit studiert hat und uns somit ein selten vollkommenes Bild dieses so wichtigen Vorganges bei der Magenverdauung überliefert hat.

Als letzter der Physiologen jener Periode, die durch ihre eigenen Untersuchungen der Lehre von der Mechanik des Magens bedeutende, ins Gewicht fallende Beiträge geliefert haben, sei der französische Gelehrte Milne Edwards (32) erwähnt, der seine Anschauungen über die Magenverdauung in seinem Werke „Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux“ niedergelegt hat.

Während und nach Anhäufung der Nahrungsmittel im Magen treten nach Milne Edwards Beobachtungen einige Veränderungen in Form und Lage des Magens ein, und zwar findet, wie er ausführt, die Erweiterung des Magens in der Länge der großen Kurvatur statt; seine vordere Fläche richte sich zur selben Zeit wieder auf und werde höher. Endlich zeige sich eine mehr oder weniger starke Zusammenziehung in der Pylorusgegend dergestalt, daß dieselbe ein wenig den Pylorusteil von seinem zur Cardia und Milz gehörigen Teil trenne, woselbst sich die Nahrungsmittel hauptsächlich lagern.

Man sieht auch hier wiederum, wie scharf und genau Milne Edwards ebenfalls die mittlere Magenzusammenschnürung beobachtet hat. Nach seinen Erfahrungen könne man diese Einschnürung am deutlichsten beim Hunde sehen, sodaß dessen Magen zweifächerig erscheine.

Die Nahrungsmittel, so führt er weiter aus, seien im Magen, woselbst sie durch den Verschluß von Cardia und Pylorus fest eingeschlossen seien, einem beträchtlichen Druck unterworfen. Sie liegen zuerst ruhig da, jedoch nach Ablauf einer bestimmten Zeit treten die Fasern der Muskelschicht in Aktion und rufen daselbst Kontraktionen hervor, zufolge deren diese Stoffe hin- und hergeworfen würden und in verschiedener Richtung vordrängen.

M. Brinton (12) beschreibt diesen Vorgang noch genauer und sagt, die Ueberführung der Nahrungsmittel vollziehe sich von links nach rechts in der Nähe der beiden Kurvaturen, der Rückweg in umgekehrter Richtung finde jedoch mehr in der Nähe des Zentrums statt in dem Falle, wenn die Contenta flüssig sind.

Die Magenbewegungen treten, wie Milne Edwards weiter schildert, zuerst teilweise und unregelmäßig auf; jedoch folgen sie, wenn die Verdauungsarbeit fortschreitet, dann ohne Unterbrechung aufeinander, bald von rechts nach links, bald wieder von links nach rechts, hauptsächlich in der Pylorusgegend des Magens. Man bezeichnet nach Milne Edwards unter dem Namen „peristaltische Bewegungen“ die, welche sich nach dem Darme hinstrecken, und unter dem Namen „antiperistaltische Bewegungen“ die, welche in entgegengesetzter Richtung verlaufen.

Wenn die Verdauung etwas vorgerückt ist, beginnen nach Milne Edwards Ansicht im allgemeinen die Kontraktionen gegen den Pylorus hin und erstrecken sich nur wenig gegen den Milzteil des Magens, aber allmählich erreichen sie auch diesen selbst.

Diese peristaltischen Bewegungen des Pylorusteiles wurden von Bowmann und Todd (9) bei einer Frau, die sich im Zustande großer Schwäche befand, so deutlich beobachtet, daß dieselben durch die Bauchwand hindurch deutlich sichtbar hervortraten.

Die peristaltischen Bewegungen greifen nunmehr, wie Edwards weiter ausführt, immer weiter um sich und bald verbreiten sie sich unterhalb des Pylorus bis in den Darm. Endlich erschlafft der Pylorus, der bis dahin geschlossen geblieben war, nach dem Durchgange aller dieser verschiedenen Wellenbewegungen, und die Nahrungsstoffe, die inzwischen flüssig oder breiartig geworden sind, finden sich dann allmählich im Duodenum ein.

Zum Schlusse will ich noch bemerken, daß Milne Edwards annimmt, daß Flüssigkeiten sich im Magen nur kurze Zeit aufhalten, was Cook (22) beim Menschen, Coleman (21) und Gurlt (41) beim Pferde bestätigen.

Von den festen Nahrungsmitteln gelte dies jedoch nicht, und solange diese im Magen zurückgehalten sind, würden sie außerordentlich durch die Einwirkung des Magensaftes in ihrer Zusammensetzung verändert.

Obwohl, wie wir gesehen haben, die Magenbewegungen bis Anfang des 19. Jahrhunderts recht eingehend und zu einem erheblichen Teile auch vollkommen richtig beobachtet worden waren, und noch Schiff sowie Milne Edwards dieselben in ihren Lehrbüchern eingehend beschreiben, so haben dennoch in den Jahren von 1830 an bis in die allerneueste Zeit diese wichtigen Beobachtungen und festgestellten Tatsachen in den maßgebenden Lehr- und Handbüchern der Physiologie sowie in den Spezialwerken über die Verdauung nicht die genügende Beachtung gefunden, ja sie sind teilweise vollkommen in Vergessenheit geraten.

So wußte man nichts mehr von dem so wichtigen Vorgang der Bildung einer Antralfurche während des Verdauungsprozesses

im Magen, noch von dem Unterschiede zwischen der Bewegung im Antrum pylori und in der fundalen Magenportion.

Viele Autoren schenken dem Magenmechanismus fast gar keine Beachtung, andere sprechen von einer Rotation des Mageninhaltes, die Beaumont zuerst gelehrt hatte. Auch die Rotation des Magens um seine Achse bei seiner Anfüllung während der Nahrungsaufnahme wurde von einigen Autoren gelehrt. Diese beiden aber voneinander unabhängigen Rotationslehren spielen in manchen physiologischen und pathologischen Lehrbüchern eine große Rolle. Die Lehre von der Rotation des Mageninhaltes wurde benutzt, um die Entstehung der kugeligen Beschaffenheit der Magenkonkremente und die manchmal zu beobachtende Bildung von Kotballen (Aegagropilae) zu erklären, wie man andererseits das Vorkommen dieser Bildungen als Stütze der Rotationslehre benutzt hat.

Physiologen wie Gurlt (41, l. c.), Claude Bernard (8), Johannes Müller (89), Hermann (53), Bidder und Schmidt (11), Budge (16), Landois (67), Colin (20), Frerichs (37) sowie später Munk (82), Schultz (105), du Bois Reymond (3), Paladino(95), Tannhofer(122), Sée, Germain(113), Ewald(33), Tigerstaedt (117), Schmidt-Mühlheim (106), Richet (99), Funke (38), Ranke (102), Budge (17), Ludwig (71), Bernstein (7), Hagemann (51), Otto, Carl (93), Donders (30), Boruttan (10), Brücke, E. (15), Grünhagen, A. (40), Steiner (139), Carl Vogt (140), Vierordt, K. (141), Fick, A. (36), sprechen sich sämtlich nur ganz allgemein dahin aus, daß der Magen Bewegungen vollziehe, um den Inhalt zu durchmischen und schließlich nach dem Duodenum hinüber zu treiben. Bunge (142) spricht sich in seinem Lehrbuche der Physiologie nicht näher über die Magenbewegungen aus. — Obige Autoren erwähnen nichts von einer Antralfurche, einem Unterschiede zwischen der Bewegung der fundalen und pylorischen Portion etc., nur Valentin (123) spricht in seinem Lehrbuche von der Bildung einer tiefen Einschnürung zwischen fundalem und pylorischem Abschnitte während des Verdauungsprozesses.

Auffallend ist, daß sogar bis in die neuere Zeit hinein von mehreren bekannten Physiologen wie Munk (82), Du Bois Reymond (3), Rosemann (101) sowie Schultz (105) eine Durchmischung der Speisen im Magen gelehrt wird, ohne nur mit einem Worte die inzwischen stattgehabten wichtigen

Beobachtungen einer Schichtung der Speisen, die ich an anderer Stelle näher erörtern werde, zu berücksichtigen.

Erst in den neuesten Werken über die Physiologie wird der Magenmechanismus wieder in richtiger Weise besprochen.

Zu Ausgang des 19. Jahrhunderts hat man wieder der Mechanik des Magens größere Aufmerksamkeit zugewandt. Da sind es zunächst Hofmeister und Schütz (55), die die Magenbewegungen an einem herausgenommenen, in einer feuchten Kammer liegenden Magen eines Hundes studierten und das Vorhandensein peristaltischer, also nach dem Darme verlaufender Wellen, bemerkten.

Nach ihrer Ansicht entstehen zu Beginn der Bewegung am Fundus flache und seichte Wellen, die der großen Kurvatur entlang laufen und auf ihrem Wege tiefer und stärker werden. Wenn diese Wellen das Antrum pylori erreicht haben, bildet sich daselbst ein tief einschneidender Kontraktionsring, den Hofmeister und Schütz als antrale Furche bezeichnen. Sofort nach Zustandekommen dieser Furche und während ihres Bestehens kontrahiert sich plötzlich und allseitig das genannte Antrum pyloricum unter Eröffnung des Pylorus. Erst dann findet ein Ausgleich der Antralfurche statt, wenn die Kontraktion des Antrums nachgelassen hat, und das Antrum selbst wieder erschlafft ist. Damit ist nach ihrer Ansicht der einzelne peristaltische Vorgang — die Peristole — beendet.

Aehnliches fand Roßbach (144), der die Magenbewegungen am lebenden curarisierten und narkotisierten Tiere prüfte, dessen Magen bloßgelegt wurde.

Eine Untersuchung der Magenbewegungen mit Röntgenstrahlen wurde zuerst von Balthazard und Roux (1) sowie von Grützner (43) ausgeführt, wodurch auch die Hofmeistersche und Schützsche Ansicht im allgemeinen Bestätigung fand.

Cannon (23—25. 27) beschreibt die Magenbewegungen sehr anschaulich. Er sah nach einer Beobachtung an Katzen, die er mit Röntgenstrahlen durchleuchtete, nachdem er sie vorher mit einem Gemisch von Brot, Milch und Wismutsalz gefüttert hatte, daß fünf Minuten nach beendeter Mahlzeit zuerst Wellen an der sog. Pars pylorica auftraten, die sich dem Darme zu bewegten. Erst später begannen schwächere Zusammenziehungen in der

Mitte, bezw. am linken Teile des Magens. Aller 10 Sekunden erneuerten sich diese wellenförmigen Bewegungen, ohne zunächst Futter aus dem Pylorus zu treiben. Erst 10—15 Minuten nach beendigter Fütterung begann spurenweise der Uebertritt des Futters in den Darm, welches durch den Pylorus hindurch gespritzt wurde und sich mehrere Centimeter entlang der Darmwand ausbreitete. Nach Cannons Ansicht treibt nicht jede über den Pylorus laufende Welle Mageninhalt in den Darm; der Pylorus bleibt namentlich dann geschlossen, wenn härtere Gegenstände gegen ihn gedrängt werden, während er Flüssigkeiten und verflüssigte Nahrung passieren läßt.

Der Magen ist nach den modernen Anschauungen in zwei physiologisch streng gesonderte Abschnitte getrennt, den recht kleinen rechten, pylorischen, den großen linken, kardiaseitigen Fundusteil.

In dem ersten findet eine Durchknetung und Durchmischung des wasserreichen, bereits erweichten und mehr oder weniger verdauten und verflüssigten Inhaltes statt, indem sich dieser gegen den geschlossenen Pylorus hin und dann teilweise wieder zurückbewegt. In dem linken Teile, dem sogenannten Fundusteile, finden keine Bewegungen und Durchmischungen des Futters statt.

Beim Studium der Druckverhältnisse im menschlichen Magen haben Moritz (78) und von Pfungen (96) gefunden, daß die Magenbewegungen hauptsächlich am Pylorusende stattfinden. Leven (72) bestätigt dies auf Grund seiner Beobachtungen.

Um den Verlauf der Magenbewegungen und der Magenentleerungen genau konstatieren zu können, wurden von zahlreichen Forschern Magen- resp. Duodenalfisteln angelegt.

So legte Tappeiner (120) eine Magenfistel kurz vor dem Pylorus an, was ihn in die Lage versetzte, dessen Bewegungen direkt zu fühlen.

Hirsch (56. 57), von Mering (85. 86) und Moritz (79. 81) beobachteten den Austritt des Speisebreies aus dem Pylorus unter Anlegung von Duodenalfisteln bei Hunden.

Pawlow und seine Schüler A. Serdjukow und S. Liutwarew (29) (beide zitiert nach Cohnheim) sowie Boldireff (13) legten gleichzeitig Duodenalfisteln und Magenfisteln an und führten ins Duodenum die Kanülen nach Dastre ein.

Dieselbe Pawlowsche Methodik verfolgten Otto (92) und Tobler (121). Alle diese eben erwähnten Autoren scheinen

die Cannonsche Ansicht über den Verlauf der Bewegungen der Regio pylorica des Magens sowie über die Art und Weise des Uebertrittes der Magencontenta in den Zwölffingerdarm zu bestätigen.

Soweit wir bis jetzt unterrichtet sind, zeigt die große kardiaseitige fundale Hälfte des Magens bei keinem Füllungsgrade erhebliche peristaltische Wellen, vielmehr befindet sich ihre Muskulatur in einem durch die Füllung regulierten Tonus und übt dadurch einen beständigen, aber sehr geringen gleichmäßigen Druck auf den Mageninhalt aus. Dazu kommt der relativ reiche Gehalt dieses Magenabschnittes an elastischem Gewebe, welches eine Zusammenziehung des Magens bei Abnahme seines Inhaltes herbeiführt. So verkleinert sich der fundale Abschnitt in dem Maße, wie ihn die Speisen verlassen, sein Inhalt bleibt jedoch unter gleichmäßigem Drucke. Diesen Druck haben Moritz (78) und mit ihm übereinstimmend Kelling (64) und Schlippe (108) zu etwa 6—8 cm Wasser bestimmt.

Anders liegen die Verhältnisse in dem kleinen pylorischen Teile. Hier finden außerordentlich kräftige peristaltische Bewegungen und starke Kontraktionen der Magenmuskulatur statt, die so energisch werden, daß zeitweise eine vollständige Abschnürung zwischen der pylorischen und fundalen Partie besteht, und man infolgedessen physiologisch von einem Sphincter antri pylorici sprechen kann.

Diese Antralfurchenbildung, wie sie als solche zuerst im Jahre 1885 von Hofmeister und Schütz bezeichnet wurde, ist in unserer neueren Zeit von vielen Forschern beobachtet worden. So wurde dieselbe deutlich von Boldireff (14) bemerkt, desgleichen von Kelling (65). Dieser fand bei Hunden mit Fisteln im Pylorus- und Fundusteile sowie beim Menschen zwischen beiden genannten Partien einen ovalen bis dreieckigen Spalt gebildet, vor dem die größeren Teile der Nahrung liegen blieben.

Das Vorhandensein des Sphincter antri pylori bestätigt auch Schemiakine (109). Magnus (88) sah bei Katzen nach Fütterung von stark gewürztem Fleisch und Fett öfters eine völlige Trennung des Fundus- und Antrumteiles bei der Röntgendurchleuchtung.

Recht eingehende Forschungen über das Zustandekommen der Antralfurche stellte Kaufmann (61) an, welche ich, da dieselben die Verhältnisse der Magenmuskelwirkung bei der Ver-

dauung außerordentlich deutlich zum Ausdrucke bringen, an dieser Stelle näher erörtern werde.

Schon im Jahre 1905 wies Kaufmann bei Hunden nach, daß in der Tat während jeder durch Vagusreizung bewirkten Kontraktion ein wasserdichter Abschluß zwischen Antrum pylori und dem fundalen bezw. kardialen Magenabschnitte zustande kommt und im Verein mit Holzknecht (63) stellte er fest, daß dieser Verschluß auch bei Menschen an Röntgenbildern des mit Wismutbrei gefüllten Magens zu sehen ist.

Kaufmann (62) schloß hieraus:

1. Daß, wie schon andere Autoren gesehen und beschrieben hatten, die Peristaltik nicht gleichmäßig über den ganzen Magen abläuft, sondern, daß am Eingang des Antrum rhythmische Kontraktionen anderer Art einsetzen.

2. Daß während dieser Bewegung die kardiale Hälfte des Magens von der antralen vollständig abgeschlossen ist, daß also vor, während und nach jeder antralen Systole nicht ein Magenhohlraum, sondern zwei Magenhohlräume bestehen, welche auf irgendeine Weise, mechanisch oder muskulär voneinander abgeschlossen sind.

Es ist bekannt, wie auch Kaufmann angibt, daß die Magenwand beim Menschen und den meisten Tieren 3 Schichten von Muskelfasern enthält. Mit Rücksicht auf diese unterscheidet nun Kaufmann 3 Kontraktionsformen des Magens:

1. Zirkuläre Kontraktionen.
2. Kontraktionsphaenomene, die zur Bildung einer Rinne oder eines Kanales an der kleinen Kurvatur, der sogenannten Magenstraße, führen.
3. Drehungen und Schiebungen der Magenwände.

Auf Grund seiner, die zirkulären Einschnitte des Magens betreffenden Studien ist Kaufmann zu der Ansicht gelangt, daß die Stelle, an der während der Peristole die Abschnürung der beiden Magenhälften voneinander erfolgt, nicht durch eine circumscripte Anhäufung von Ringmuskulatur, etwa durch einen anatomischen Sphincter ausgezeichnet sei, daß sie aber durch eine besondere anatomische Struktur zu ihrer besonderen Funktionsleistung befähigt sei. Es ist nach seinem Dafürhalten die Stelle, an welcher die kräftigste Muskelschicht des Magens, die Hufeisenschlinge, in die Längsmuskulatur eingreift.

Kaufmann scheint aber die diese Verhältnisse behandelnden Darlegungen der Vet.-Anatomie, insbesondere auch die Weißflogsche Arbeit, nicht gekannt zu haben; ebenso scheinen ihm die veterinär-physiologischen Arbeiten unbekannt geblieben zu sein.

Eine zweite Kontraktionsart beobachtete Kaufmann im Mageninnern. Sie bestand in der Ausbildung der oben erwähnten Rinne, welche sich entlang der kleinen Kurvatur erstreckte. Diese Rinne ist bereits Mitte des 19. Jahrhunderts verschiedentlich gesehen und beschrieben worden. Sie geriet jedoch in Vergessenheit, um erst in neuerer Zeit wieder von verschiedenen Autoren erwähnt zu werden. Die kinematographische Roentgen-Bild-Serie von Riede-Kästle-Rosenthal kam erst nach Abschluß der Arbeit zu meiner Kenntnis und war mir im Original nicht zugänglich.

Zuerst wurde sie beobachtet und beschrieben von einem Assistenten von Retzius (45) im Jahre 1862; ein Jahr später wurde ihre Existenz durch Luschka (74) bestätigt. Anfang der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts wird diese Kontraktionsform von Kuß und Deval (66) geschildert; im Jahre 1905 ist sie von Hasse (58) und Strecker (111) angeführt und genauer beschrieben worden, ebenso schildern sie, wie oben erwähnt, Kaufmann und in neuester Zeit Seber (112).

Der Zweck dieser Rinne besteht nach Kaufmanns Ansicht darin, dünnflüssige Nahrung, welche einer Verdauung im Fundus nicht bedarf, an diesem vorbei direkt in das Antrum einzuführen.

Diese Anschauung wurde bereits im Jahre 1883 und 1890 von Ellenberger (34) zum Ausdruck gebracht, der, ohne allerdings von der Existenz einer Rinne zu sprechen, auf Grund seiner Versuche angab, daß die Flüssigkeiten entlang der kleinen Kurvatur ins Antrum pyloricum und eventuell direkt in den Darm befördert würden, ja, daß sogar auch ein Teil anderer Speisen gleich bei der Nahrungsaufnahme diesen Weg einschlage; die ersten Beobachtungen wurden später von O. Cohnheim (29), der bei Hunden mit vollem Magen neu aufgenommene Wassermengen rasch durch den Pylorus laufen sah, bestätigt.

Kaufmann erwähnt zum Schluß eine dritte Kontraktionsform des Magens, die in Drehungen und Torsionen der

Magenwände bestehe, über welche jedoch die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen seien.

Der Gegensatz in der Ausgiebigkeit der Kontraktionen der fundalen und pylorischen Portionen während der Verdauung findet in der unter Ellenbergers Leitung in unserem Institute von Seber (112, l. c. p. 12 und 23) zahlenmäßig nachgewiesenen Stärkendifferenz der Magenmuskulatur eine Erklärung. Da der Pylorusteil eine stärkere Muskelschicht als die Funduspartie besitzt, so ist es nach seiner Ansicht klar, daß die Kontraktionen der Pars pylorica entsprechend kräftiger verlaufen als die der fundalen Portion.

Seber spricht in seiner Abhandlung außerdem noch von einem Sphincter ventriculi des Pferdemagens, einer von ihm gefundenen stärkeren Muskulatur an der Grenze des Vormagenabschnittes gegen den Drüsenmagen, der dazu dienen soll, die im Vormagenabschnitte des Pferdemagens liegenden Futtermassen von denen im Fundusteile zu scheiden und in ersterem längere Zeit zurückzuhalten. Während also nach seiner Ansicht genannter Sphincter die Ingesta in der Vormagenabteilung einige Zeit zurückhält, wird später die Weiterbeförderung derselben nach dem eigentlichen Magen durch die relativ starke Muskulatur des Vormagens bewirkt, die nach Sebers Angaben stärker ist als die der fundalen, ja stellenweise sogar stärker als die der pylorischen Portion. Außerdem hat Seber die Cardiamuskelschleife sehr genau studiert und gezeigt, daß sie an der Grenze der Pylorusdrüsen- und der Fundusdrüsengegend in die Zirkularschicht bei allen Haustieren übergeht, daß sie also außer der Rinne an der kleinen Kurvatur das Zustandekommen der Antralfurche bewirkt, daß dagegen bei allen Haustieren ein anatomischer Sphincter antri pylori fehlt.

Ueber die Lagerung der Muskelfasern der Magenmuskulatur und deren Länge teilt uns A. Müller (90) wichtige Beobachtungen mit, die er in Grützners Laboratorium gemacht hatte.

A. Müller fand in der Muscularis des gefüllten Magens von Triton 2—3 Muskelfasern übereinander, während bei leerem Magen 15—20 Fasern übereinander geschichtet waren. Dabei waren die Fasern im ersteren Falle bis zu 3 Mal länger als im letzeren. In welcher Weise sich die Verlängerung der einzelnen Fasern mit der geschilderten Umlagerung kombiniert, ist nach Müllers Ansicht noch nicht aufgeklärt, ebenso wie

der Mechanismus unbekannt ist, durch den die Umlagerung zustande kommt und wieder rückgängig gemacht wird.

Die Lehre von der Rotation des Magens, die, wie ich oben erwähnt habe, ebenso wie die des Mageninhaltes noch bis zu den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts von den maßgebenden Physiologen allgemein gelehrt wurde, ist in neuerer Zeit verschiedentlich widerlegt worden.

Die Lehre von der Rotation des Mageninhaltes war definitiv und für immer durch Ellenbergers Untersuchungen und Feststellungen über die Schichtung des Mageninhaltes und die örtlichen, regionären Verschiedenheiten desselben widerlegt worden. Die Lehre von der Rotation des Magens um seine Achse fand von einem Schüler dieses Autors (Baum) und durch andere Forscher ihre Widerlegung. Bevor ich jedoch hierauf eingehe, sei es mir gestattet, das Wesen und die Entstehung derselben in Kürze zu beleuchten.

Die Rotation des menschlichen Magens erklärte sich die Mehrzahl der Autoren in der Weise, daß sie annahm, der besonders an der Cardia fixierte Magen drehe sich bei der Anfüllung so um seine Achse, daß die große Kurvatur nach vorn, die kleine Kurvatur nach hinten, die vordere Magenwand nach oben, die hintere nach unten gerichtet werde.

Ueber den Grad dieser Drehung gingen die Ansichten der Autoren freilich auseinander.

Während Meißner und Schmidt (83) noch eine einfache Ausdehnung des Magens annehmen und Haller behauptet (l. c. element. physiol. Bernae. 1764. Bd. VI. S. 278), daß der Magen bei der Anfüllung soweit sich ausdehnt, daß er in gleicher Höhe mit dem Pförtner kommt, spricht Meckel (84) zum erstenmale von einer Rotation, die er darin gegeben sieht, daß bei vollem Magen die große Kurvatur unmerklich in die gewölbte vordere und hintere Fläche übergeht.

Die eigentlichen Begründer der Rotationslehre, die als charakteristisches Merkmal der Magenrotation angeben, daß der Magen bei seiner Anfüllung eine direkte Viertelswendung ausführe, sind vor allem Leveling (73), nach ihm Ludwig (70), Hildebrand (59) und hauptsächlich Tiedemann (118), der dieselbe öfters an Hunden, Katzen und Kaninchen gesehen haben will.

In der Veterinärmedizin ist es zuerst Gurlt (42) gewesen, der die Rotationstheorie auch für Tiere annahm. Er stellte als

Grundsatz seiner Lehre folgenden Satz auf: „Je mehr der Magen gefüllt wird, desto mehr braucht er Raum und verändert seine Lage daher so, daß die sonst nach vorn gewendete kleine Krümmung nun nach oben und rechts, die sonst nach hinten gekehrte große Krümmung nun nach unten und links, die obere Fläche nach hinten, die untere nach vorn gewendet wird."

Seiner Lehre schließen sich die meisten deutschen Veterinär-Physiologen jener Zeit an. Ich erwähne von diesen hier nur: Weiß (127), Müller und Schwarznecker (87), Graf (47), Polansky (Bruckmüller) (98), Franz Müller (91).

Während in der Humanmedizin bereits im Jahre 1853 Betz (5) entschieden gegen die Rotationslehre auftrat und später Leßhaft (75) dieselbe bekämpfte, ist es in der Veterinärmedizin wohl zuerst Sußdorf (110) gewesen, der in seiner Arbeit über den Situs viscerum nebenbei sich mit dieser Frage beschäftigte und den Nachweis zu bringen suchte, daß beim Pferde eine Rotation des Magens nicht möglich sei. Allerdings konnte Sußdorf für seine Ansicht, die übrigens auch Ellenberger vollkommen teilte, nicht den wirklichen und experimentellen Nachweis liefern.

Daher unternahm es einige Jahre später Baum (2) auf Veranlassung und unter Leitung von Ellenberger bei Gelegenheit von Arbeiten über die Anatomie des Hundes, der Frage über die Rotation des Magens, speziell beim Hund, näher zu treten und dieselbe zu lösen.

Es würde für den Rahmen der vorliegenden Arbeit zu weit führen, auf die außerordentlich instruktiven Versuche Baums, die er an Hundemägen in verschiedenstem Füllungsgrade ausführte, einzugehen.

Das Resultat seiner Experimente bestand darin, daß es ihm gelungen war, die Rotationstheorie widerlegt zu haben. Baum sagt folgendes darüber:

„Bei der Nahrungs- resp. Luftaufnahme ist der a. d. Cardia und an der Leberpforte fixierte Magen des Hundes bestrebt, sich nach allen Richtungen gleichmäßig auszudehnen, kann dies aber wegen des Widerstandes brustwärts durch die Leber, und nach links durch Leber und Rippen mit Erfolg nur beckenwärts und ventral tun. Es kommt infolgedessen wohl zu einer Verschiebung seiner Flächen und Kurvaturen, ohne daß aber von

einer Rotation, von einer Drehung des Magens die Rede sein könnte."

Es steht nun noch die Frage offen, in welcher Weise der Magenmechanismus, d. h. die während der Verdauung stattfindenden Magenbewegungen auf die Magencontenta einwirken, in welcher Weise der Speisenbrei im Magen sich ausbreitet und nach dem Pylorus gelangt.

Schon 1883 wies Ellenberger (35) im Verein mit Hofmeister nach, daß der Mageninhalt nicht, wie ich bereits im vorstehenden erläutert habe, eine rotierende Bewegung mache, sondern daß die in den Magen eintretenden Massen sich von der Cardia aus fächerartig nach allen Richtungen, und zwar je nach dem geleisteten Widerstande verschieden, vorschieben. Die neu im Magen ankommende Nahrung schiebe die noch vorhandenen Massen vor sich her und dränge sie gegen den Pylorus.

Die während des Verdauungsprozesses auftretenden Magenbewegungen bewirken nach Ellenbergers Beobachtungen keine Durchmischung verschiedener, nacheinander genossener Nahrungsmittel, vorausgesetzt, daß dieselben nicht flüssig oder wenigstens sehr dünnbreiig sind.

Ellenberger sah, daß festere Nahrungsmittel sich im Magen in ganz bestimmter Weise übereinander schichteten. An dieser Schichtung konnte er ganz deutlich erkennen, in welcher Reihenfolge dieselben verabreicht worden waren. Außerdem stellte er fest, daß der Inhalt der einzelnen Magenabschnitte, z. B. des Vormagen-, fundalen und pylorischen Teiles oder der Cardiadrüsen-, Pylorusdrüsen- und Fundusdrüsenregion chemisch und physikalisch ganz verschieden beschaffen sind, und daß in dem Inhalte des Magens an jeder Stelle andere Prozesse ablaufen. Diese Beobachtungen wurden später in Ellenbergers Laboratorium von Goldschmidt (46) und Tangl und außerdem von Grützner (44) und dessen Schüler Hohmeier (44) bestätigt.

Es hat sich übereinstimmend herausgestellt, daß die später abgeschluckten Teile einer Mahlzeit sich, wie oben bereits erwähnt, nicht mit den vorher genossenen vermischen, sondern sich scharf abgegrenzt lagern. Nach Ellenbergers Beobachtungen, die in neuerer Zeit von Scheunert (114) nachgeprüft und vollkommen bestätigt wurden, schichtet sich das neu eintretende Futter über das alte, Grützner, der in neuerer Zeit, also erheblich später als

Ellenberger denselben Gegenstand bearbeitete, behauptet, daß die neu aufgenommene Nahrung in die Mitte der alten gelangt.

Das wichtigste Moment hierbei ist, daß, wie auch Cannon und Day (28) bestätigen, nur die äußere Schicht der Nahrung in unmittelbare Berührung mit der Magenwand und ihren Sekreten kommt, und daß im Innern des Magens stundenlang alkalische Reaktionen herrschen und die Speichelverdauung weiter gehen kann; allerdings trifft diese Behauptung für Tiere mit Vormagenabteilung und Cardiadrüsenregion nicht zu, wie die in unserem Institute gemachten Beobachtungen festgestellt haben.

Schichtungsversuche wurden bisher bei Frosch, Ratte, Pferd, Schwein, Kaninchen, Meerschweinchen, Katze und Hund ausgeführt. —

Ich komme nun zu den mechanischen Funktionen des Pylorus, bezw. den Reizen, die den Pylorus zu öffnen vermögen und somit einen Durchtritt des Chymus ins Duodenum gestatten.

Nach den neueren Beobachtungen wird die Schließung und Oeffnung des Pylorus, der bekanntlich von einem starken Muskelringe, dem Sphincter pylori umgeben ist, durch außerordentlich fein spielende Reflexe von der Duodenalschleimhaut aus geregelt.

J. von Mering und Moritz (81) glauben, daß diese Reflexe rein mechanisch ausgelöst werden, während Pawlow und seine Schüler die Annahme vertreten, daß dies chemisch durch die Beschaffenheit des Chymus geschieht.

Tobler (121) wies nach, daß beide Mechanismen wirksam sind, wobei allerdings die Chemoreflexe mehr in den Vordergrund treten als die Mechanoreflexe. Nach seiner Ansicht bleibt der Pylorus durch Reflex vom Duodenum aus geschlossen:

1. Solange dieser mit Speisebrei überlastet ist.
2. Solange in ihm noch saure Reaktion vorherrscht.
3. Solange noch unverseiftes Fett da ist.

Es wird jedoch auch vom Magen her die Tätigkeit des Pylorus beeinflußt, was schon daraus hervorgeht, daß es nach den Feststellungen von Cannon (26) bei verschiedenen Speisen verschieden lang dauert, bis der Pförtner sich zum erstenmale öffnet. Aus dem Umstand, daß flüssige Speisen viel schneller als feste hindurch gelassen werden, hat man geschlossen, daß die Berührung mit festen Speisebrocken den Pylorus zur Kontraktion veranlaßt. Diese Erscheinung wurde von Cannon (26)

auch bei der direkten Beobachtung auf dem Röntgenschirm bestätigt gefunden. Er stellte auch weiter fest, daß eine Oeffnung des Pylorus dann eintritt, wenn im Magen ein gewisser Säuregrad erreicht sei, während die Anwesenheit von Säure auf der Duodenalseite immer Schluß des Pförtners bedinge.

Hierzu bemerkt Katschowski (60), es gehe die Magenentleerung nur dann normal vor sich, wenn die Säurebildung im Magen sich innerhalb bestimmter Grenzen hielte. Hyperacidität veranlasse stets lang dauernde Spasmen des Pylorus. Scheunert (115) beobachtete beim Pferde, daß mäßige Körperbewegungen einen gewissen Einfluß auf die Funktion des Pförtners ausübe, indem sie die Magenentleerung um ein Beträchtliches verzögere.

Die Funktion des Pförtners besteht jedoch nicht allein darin, dem Speisebrei den Durchgang in das Duodenum zu gestatten, sondern er öffnet sich auch, um Darminhalt in den Magen eindringen zu lassen, also um einen Transport in entgegengesetzter Richtung zu ermöglichen. Einen Beweis hierfür gibt Grützner (43), der beobachtete, daß per Klysma gegebene Substanzen im Magen wieder erscheinen. Und Boldireff (14, l. c.) sah in Pawlows Laboratorium, daß ganz gesetzmäßig unter gewissen Bedingungen ein Gemisch von Galle, Pankreas- und Darmsaft in den Magen übertrat, wobei sich natürlich der Pförtner öffnen mußte.

Ich bemerke an dieser Stelle ausdrücklich, daß sich meine Ausführungen im vorstehenden nur auf die Verhältnisse der Tiere mit einfachen Mägen beziehen, daß ich also Tiere mit mehrfachen bezw. mehrhöhligen Mägen nicht berücksichtigt habe.

Eigene Versuche.

Nunmehr sei es mir endlich gesattet, die Resultate einiger Versuche zu schildern, die ich persönlich im physiologischen Institut der Tierärztlichen Hochschule zu Dresden gemacht habe. Es lag nicht in meiner Absicht, durch diese Experimente Neues zu Tage zu fördern, sondern ich ging bei der Ausführung derselben lediglich von dem Standpunkt aus, die von alten und neuen Physiologen und Forschern beobachteten und vielfach beschriebenen Versuche aus eigener Anschauung kennen zu lernen, um in der Lage zu sein, mir über die verschiedenen mechanischen Momente bei der Magenverdauung, besonders über die von zahlreichen Autoren so oft erwähnte Antralfurchenbildung des Magens während des Ablaufens des Verdauungsprozesses ein eigenes Urteil zu bilden.

Es sind vor allem die von mir im Vorstehenden geschilderten hochinteressanten grundlegenden Experimente Wepfers (1. c. 125. hist. cic. aqu.) gewesen, die mich veranlaßten, meine Versuche in ähnlicher Weise auszuführen, wie es dieser getan hatte.

Wie wir gesehen haben, verwandte Wepfer u. a. die Wurzel des Eisenhütleins und den Schierling zur Vergiftung seiner Versuchstiere, wodurch ihm die Möglichkeit gegeben wurde, die Magenkontraktionen in so überraschend schöner Weise zu beobachten.

Da ich mir vorgenommen hatte, Wepfers Experimente gleichsam durch die meinigen zu kontrollieren, so lag es für mich nahe, dieselbe Methodik einzuschlagen. Ich entschloß mich daher, die Alkaloide dieser Pflanzen bezw. deren Salze, das Aconitin und das Coniin zur Vergiftung meiner Versuchstiere zu benutzen. Außerdem verabreichte ich das Physostigmin, dessen ausgesprochene Wirkung auf den Verdauungstraktus ja allgemein bekannt ist und welches infolgedessen zur Sichtbarmachung der Magenkontraktion besonders geeignet erschien (vergl. a. Kaufmann).

Als Versuchsobjekte standen mir zur Verfügung sieben Ratten, zwei Katzen und ein Hamster. Die Applikation der Alkaloide, beziehentlich deren Salze geschah durch subkutane Injektion ihrer Lösungen, da anzunehmen war, daß auf diese Weise die Wirkung durch die schnelle Resorption prompter eintreten würde, als wenn man per os dosierte. Die Fütterung sämtlicher Versuchstiere erfolgte ca. 3 Stunden vor Ausführung des Experimentes.

I. Versuch. Versuchsobjekt: Ratte. Es wurde eine Lösung von Physostigmin, sulf. 0,01 subkutan injiciert. Nach 15 Minuten traten die ersten Vergiftungssymptome auf, die in einer außerordentlich starken Dyspnoë bestanden. Da anzunehmen war, daß die Kontraktionswirkung in diesem Stadium am deutlichsten zu beobachten sei, wurde der Exitus letalis nicht abgewartet, sondern das Tier wurde durch einen Schlag auf den Schädel betäubt, worauf sofort die Laparotomie vorgenommen wurde.

Der Befund war folgender: Zunächst konnte man den Magen in völligem Erschlaffungszustande liegen sehen. Nach einigen Augenblicken zeigte sich eine deutliche Einschnürung zwischen Vor- und Drüsenmagen, die sich jedoch bald wieder verlor.

Um die Erscheinung deutlicher zu Tage treten zu lassen, wurde der Vagus kurz vor seiner Eintrittsstelle in den Magen vorsichtig präpariert und elektrisch gereizt, mit dem Erfolge, daß am Magen sofort drei deutliche Einschnürungen sichtbar wurden. Die erste zeigte sich ungefähr in der Mitte des Vormagens, die zweite zwischen Vor- und Drüsenmagen und die dritte zwischen Pylorusregion und Funduspartie. Nach Oeffnung des Magens durch einen Schnitt längs der großen Kurvatur, konnte man deutlich zwischen Cardia und Pylorus eingelagert längs der kleinen Kurvatur eine normale Rinne verlaufen sehen. Es besteht kein Zweifel, daß dieser kleine Kanal der durch die Kontraktion der Cardiamuskelschleife gebildete war, dessen ich verschiedentlich Erwähnung getan habe.

II. Versuch. Versuchsobjekt: Ratte. Injiciert, wurde wie bei I. eine Lösung von Physostigmin sulf. 0,01, jedoch wurde die Laparotomie sofort nach erfolgter Einspritzung und tiefer Betäubung des Versuchstieres ausgeführt. Der Befund war im Gegensatz zu I minimal. Von einer Antralfurchenbildung war nichts zu sehen, nur die Einschnürungen am Blindsacke sowie

zwischen Fundus und Vormagen konnte man, allerdings nicht sehr deutlich, wahrnehmen.

Das negative Resultat dieses Experimentes dürfte wohl hauptsächlich darauf zurückzuführen sein, daß eine Resorption des Physostigmins in der kurzen Zeit noch nicht eingetreten war, und daher eine Kontraktionswirkung auf den Magen noch nicht ausgeübt werden konnte.

III. Versuch. Versuchsobjekt: Katze, männlich, ausgewachsen, ca. 3 Jahre alt.

Eine subkutane Injection von Physostigmin sulf. 0,06 verursachte den Tod unter starken Krämpfen und Salivation innerhalb dreier Minuten. Die sogleich vorgenommene Eröffnung der Bauchhöhle ließ außerordentlich deutlich und schön die Magenbewegungen und Kontraktionen sichtbar werden. Das dem Auge sich darbietende Bild war folgendes: Magen befand sich zunächst im Zustande vollständiger Dilatation. Nach einigen Augenblicken setzten starke wurmförmige peristaltische Wellen ein, die sich mit häufigen kräftigen Kontraktionen der Magenwandungen abwechselten. Nachdem nach ca. 3 Minuten diese Erscheinungen völlig verschwunden waren, trat plötzlich, allmählich intensiver hervortretend, scharf abgegrenzt zwischen fundalem und pylorischem Abschnitte des Magens, ein deutlicher Einschnitt auf, der schließlich zu einer völligen Trennung dieser beiden Portionen führte und mehrere Minuten anhielt. Die Einschnürung ließ darauf in ihrer Intensität etwas nach, verschwand jedoch nicht völlig. Im Gegenteil, man konnte wiederum nach einigen Minuten beobachten, wie diese Antralfurche, mit der wir es zweifellos hier zu tun hatten, wieder deutlich wurde und alsbald wieder zu einer völligen Abschnürung zwischen Pars pylorica und Pars fundalis führte.

Es war auffallend, daß bei diesem Experiment eine Abschnürung in der cardialen Portion des Magens nicht zu sehen war, man konnte nur bei ganz scharfem Hinsehen wenige leicht verlaufende peristaltische Wellen hierselbst beobachten.

IV. Versuch. Versuchsobjekt: Ratte. Nach erfolgter Einspritzung von Coniin hydrobrom. 0,04 traten innerhalb der nächsten halben Stunde starke Vergiftungserscheinungen auf, die sich in Abstumpfung des Gefühls, Krampfanfällen epileptiformer Natur, Mydriasis, sowie hochgradiger Schwäche äußerten.

Noch bevor es zu den zu erwartenden Lähmungserscheinungen kommen konnte, wurde das Tier betäubt und geöffnet, sodaß das Cavum abdominis in ganzer Ausdehnung zu sehen war.

Der Magen befand sich, wie oben, in völligem Erschlaffungszustand. Nach einiger Zeit begannen an der Pars pylorica zahlreiche peristaltische Bewegungen einzusetzen, die stärker wurden und endlich eine solche Intensität erreichten, wie ich es noch nicht beobachtet hatte.

In der cardialen Portion, bezw. am sogenannten Blindsack des Magens bildeten sich fast gleichzeitig mit den peristaltischen Wellenbewegungen im Pylorus-Abschnitt mehrere ganz energische Einschnürungen, die sich jedoch bald wieder verloren, um an derselben Stelle in kurzer Zeit wieder aufzutreten.

Die von Wepfer am Magen der mit Schierling vergifteten Wölfin beobachtete, tiefe, mittlere Zusammenschnürung konnte ich in dieser Deutlichkeit nicht wahrnehmen. Allerdings war die Anwesenheit eines leichten Einschnittes zwischen Drüsenmagen und der Pylorusportion nicht zu leugnen.

V. Versuch. Versuchsobjekt: Ratte. Um die Erscheinungen deutlicher hervortreten zu lassen, gab ich diesem Versuchstier genau die doppelte Dosis des Coniins, also Coniin. hydrobrom. 0,08 durch subkutane Injektion.

Der Erfolg war zunächst natürlicherweise der, daß die Vergiftungssymptome, wie sie oben von mir beschrieben sind, schneller und auch intensiver auftraten, sodaß bereits nach ungefähr einer Viertelstunde zur Laparotomie geschritten wurde.

Aber auch hier war der Befund nicht so prägnant, wie ich erwartet hatte. Immerhin waren die Erscheinungen besser zu beobachten als bei Versuch IV.

Zwischen Fundus- und Pyloruspartie bildete sich in ziemlich deutlicher Weise eine Zusammenschnürung, die allerdings nicht von langer Dauer war und bald wieder verschwand. Dagegen war eine Kontraktion der Magenwandungen zwischen Vor- und Drüsenmagen wenigstens während einer Dauer von 3 Minuten zu konstatieren, während welcher in der Pars pylorica leichte, aber sehr schön sichtbare, peristaltische Bewegungen abliefen, die schwächer und schwächer wurden, sich verloren und dann allmählich wieder auftraten.

VI. Versuch. Versuchsobjekt: Ratte. In diesem Falle injicierte ich subkutan eine wässerige Lösung von Aconit.

sulf. 0,04, ohne nach Ablauf einer Stunde merkliche Vergiftungssymptome am Versuchstiere wahrzunehmen. Es ist staunenswert, wie resistent die Ratten diesem Alkaloid gegenüber zu sein scheinen, was besonders daraus ersichtlich ist, daß z. B. für Kaninchen die Todesdosis nach Angabe der Pharmakologie von G. Müller 0,01 betragen soll. Da, wie gesagt, die Wirkung fast gänzlich ausblieb, nahm ich eine nochmalige Injektion von Aconit. sulf. 0,04 vor und konnte nach einiger Zeit Schwindelanfälle, Schwächeerscheinungen sowie Mydriasis beobachten.

Nach Eintritt dieser Symptome wurde zur Eröffnung der Leibeshöhle geschritten und der folgende Befund wahrgenommen:

Man sah den Magen in der Bauchhöhle liegen, wie es dem normalen Füllungszustande entspricht. Eine kurze Zeit darauf setzten auch hier deutliche peristaltische Bewegungen am Pylorusteile ein, die in ihrer Intensität zu- und abnahmen.

Eine Antralfurchenbildung konnte ich zunächst nicht konstatieren, auch nicht bei Reizung des freipräparierten N. vagus Ich reizte nun mit dem elektrischen Strome die Magenmuskulatur direkt und konnte überall an der Reizungsstelle starke Kontraktionen beobachten. Ich unterbrach die Reizungen, die Kontraktionen setzten sich fort, und der Magen erschien in seiner ganzen Ausdehnung runzlich, von zahlreichen Einschnitten durchsetzt, sodaß er lebhaft an das Aussehen des Großhirns erinnerte. Nach einiger Zeit verschwanden diese Runzeln gänzlich, worauf ganz allmählich, jedoch nur in undeutlicher Weise, im Blindsacke, zwischen Vor- und Drüsenmagen, sowie zwischen fundaler und Pylorusportion je eine leichte Einschnürung erschien.

VII. Versuch. Versuchsobjekt: Ratte. Da ich mit den Resultaten des vorhergehenden Experimentes nicht ganz zufrieden war, wiederholte ich dasselbe und injicierte dem Tiere eine nochmals um 0,04 verstärkte Lösung Aconitin, also Aconit. sulf. 0,12, eine Dosis, nach welcher Hunde in Agonie fallen.

Nunmehr traten nach ca. 5 Minuten starke dyspnoische Erscheinungen auf, die mich veranlaßten die Laparotomie sogleich auszuführen. Das Bild, welches sich darbot, war folgendes: Magen in stark dilatiertem Zustande lag zunächst vollkommen ruhig da. Nach ca. 2 Minuten zeigte sich in der Vormagenabteilung eine leichte Abschnürung, welcher sich ganz sanfte Wellenbewegungen im fundalen Teil des Magens anschlossen.

Plötzlich traten unter außerordentlich deutlicher Bildung der Antralfurche im Drüsenmagen sehr kräftige peristaltische und antiperistaltische Wellen auf, die immer vom Antrum pylori bis zum stark kontrahierten Pylorus liefen und wieder zurückgingen. Ich nehme Veranlassung an dieser Stelle ganz besonders hervorzuheben, daß ich die bekanntlich meist geleugnete Antiperistaltik in diesem einen Falle, bei Aconitinvergiftung, sehr deutlich beobachten konnte.

Bei Reizung des Vagus kurz vor dem Eintritt in den Magen traten alle Symptome, die ich soeben beschrieben habe, in stärkerem Maße auf. Ich schnitt nunmehr den Magen längs der großen Kurvatur auf, reizte wiederum den N. vagus und konnte unter kräftiger Zusammenziehung des Oesophagus und des Pylorus, längs der kleinen Kurvatur eine schmale, feine Rinne sich bilden sehen, die oben erwähnte Magenstraße.

VIII. Versuch. Versuchsobjekt: Katze, weiblich, ca. $^1/_2$ Jahr alt.

Von der Annahme ausgehend, daß, um bei der Katze charakteristische Vergiftungssymptome hervorzurufen, die Dosierung eine größere sein müsse als bei der Ratte, erhielt dieses Tier eine Lösung von Aconit. sulf. 0,12 unter die Haut eingespritzt. Die Katze verendete innerhalb dreier Minuten unter Würgen, Erbrechen, starker Salivation und Zähneknirschen durch Lähmung des Atmungszentrums.

Nach erfolgter Obduktion konnte man am Magen sogleich starke peristaltische Bewegungen in der Regio pylorica ablaufen sehen, während ich in diesem Falle antiperistaltische Wellen nicht wahrnehmen konnte. Die Antralfurchenbildung war auch hier recht deutlich, wenn auch nicht so prägnant hervortretend wie bei Versuch VII. Abschnürungen in der Regio cardialis oder im Fundus waren nicht zu konstatieren, wenn man nicht eine ganz seichte, kaum wahrnehmbare Vertiefung im Cardialabschnitt als solche ansehen wollte.

IX. Versuch. Dieser und der nächstfolgende, letzte Versuch wurden von mir ohne jede Injektion ausgeführt, da ich beobachten wollte, ob und in welcher Weise der Magen, ohne Einwirkung einer der im Vorhergehenden verwandten Lösungen, Bewegungen, bezw. Kontraktionen zeige.

In diesem Falle war das Versuchsobjekt wiederum eine Ratte. Das Tier wurde mittels eines kurzen, kräftigen Schlages

auf den Kopf bewußtlos gemacht, und die Eröffnung der Leibeshöhle sogleich ausgeführt.

Es zeigte sich folgender Befund:

Der Magen war völlig dilatiert, irgendwelche Bewegungen waren nicht zu beobachten. Dieselben traten auch nicht ein nach Verlauf von 5 Minuten; infolgedessen schritt ich zur Präparation des Vagus, dieses Mal jedoch nicht vor seiner Eintrittsstelle in den Magen, sondern am oberen Drittel des Halses.

Nunmehr reizte ich den Vagus mittels des elektrischen Stromes und konnte zwischen Fundus und Vormagen ganz allmählich, aber deutlich, einen Einschnitt sich bilden sehen, der an Tiefe innerhalb der nächsten 2 Minuten zunahm, nach weiteren 3 Minuten sich jedoch allmählich wieder verlor. Der Vagus wurde nunmehr abermals gereizt, und es zeigte sich jetzt im Blindsack eine nicht sehr starke, aber doch sichtbare Abschnürung, die ebenfalls bald wieder verschwand. Von einer Antralfurchenbildung war nichts zu sehen, trotz zahlreicher Reizungen. Nur traten in der Pars pylorica leichte wurmförmige Bewegungen auf, die sich jedoch in ihrer Stärke immer gleich zu bleiben schienen.

X. Versuch. Versuchsobjekt: Hamster. Das Tier wurde gleichfalls durch einen Schlag auf den Kopf betäubt, worauf sofort zur Laparotomie geschritten wurde.

Der Befund war in diesem Falle insofern besonders interessant, als der Hamstermagen bekanntlich gewisse anatomische Besonderheiten aufzuweisen hat, die hier außergewöhnlich schön sich den Blicken darboten.

Der Magen des Hamsters befand sich im Zustande größter Dilatation in völliger Ruhe. Der Drüsenmagen war von dem Vormagen durch eine starke Einschnürung getrennt, während Oesophagus und Pylorus sich in so starkem Kontraktionszustande befanden, daß beide sich berührten, und zwar in der Weise, daß der Oesophagus sich direkt über den Pylorus hinwegzog.

Da von irgendwelchen Bewegungen absolut nichts zu sehen war, wurde zur Präparierung des Vagus am Halse geschritten und derselbe mit starkem elektrischen Strome gereizt.

Eine sofortige, außergewöhnlich starke Kontraktion des Pylorus und der Cardia war die Folge dieser Reizung, wobei

die kleine Kurvatur des Magens sich stark krümmte. Außerdem traten in der Pars pylorica einige wenige, gleichmäßige, deutliche peristaltische Bewegungen auf, die nach der inzwischen entstandenen, allerdings nicht sehr ausgeprägten Antralfurche verliefen und sich daselbst allmählich verloren.

Lokale Reizungen der Magenwandungen ergaben auch hier stets Kontraktionen an der Reizungsstelle.

Schlußbetrachtung.

Durch die vorstehend geschilderten Ergebnisse meiner historischen Studien über die Mechanik des Magens ist der Nachweis erbracht worden, daß ein großer Teil der alten, schon vor Jahrhunderten gemachten Entdeckungen über die mechanischen Vorgänge beim Ablauf des Verdauungsprozesses im Magen vollständig in Vergessenheit geraten war, daß also vermeintliche neue Forschungsergebnisse hinsichtlich des Magenmechanismus den alten Physiologen längst bekannt waren. So konnte ich zeigen, daß die Bildung einer Antralfurche während des Verdauungsprozesses im Magen sowie der Unterschied zwischen der Bewegung des fundalen und des pylorischen Magenabschnittes und auch die schubweise Entleerung der Mageningesta in das Duodenum nicht Ergebnisse der modernen physiologischen Forschung sind, sondern daß diese 3 bedeutsamen Momente des Ablaufs der Magenverdauung schon von unseren Vorfahren erforscht worden sind.

Dem gegenüber ist, wie meine geschichtlichen Studien dargetan haben, erst durch neue Entdeckungen bewiesen worden, daß die alte Lehre von der Magenrotation, sowie die von der Rotation des Mageninhaltes falsch sind, daß ferner im Magen keine Durchmischung der aufgenommenen Speisen erfolgt, sondern, daß die bei der Nahrungsaufnahme hintereinander genossenen Nahrungsmittel sich in ganz bestimmter Weise schichten und sich dabei über- oder umeinander legen, sowie auch daß gewisse Teile der Nahrung, vor allem Flüssigkeiten, direkt an der kleinen Kurvatur entlang gehen und sofort in den pylorischen Teil des Magens und sehr bald in den Darmkanal gelangen. Ferner ist, wie ich zeigte, erst in der Neuzeit bewiesen worden, daß die Verdauungsvorgänge in den verschiedenen Abschnitten des Magens einander nicht gleich, sondern sehr verschieden sind, daß also zu

derselben Zeit in jedem Magenabschnitte andere Vorgänge stattfinden, und daß somit der Mageninhalt in jedem Abschnitte im gleichen Stadium der Magenverdauung eine andere chemische und physikalische Beschaffenheit zeigt. Außerdem haben die neueren Versuche uns in vielen Richtungen infolge besserer Ausbildung der alten Untersuchungsmethodik und der Anwendung neuer Methoden (Durchleuchtung, Gefrieren der Kadaver bezw. Mägen etc.) genaueren und sichereren Aufschluß über den Magenmechanismus gegeben, als dies früher möglich war.

Meine eigenen Versuche haben die Ergebnisse der alten und neuen Forschungen über die Magenmechanik bestätigt. Ich fand bei meinen Versuchen, daß die mechanischen Momente während des Verdauungsprozesses im Magen bestehen:

1. in der Bildung allmählich oder auch plötzlich auftretender, in ihrer Intensität zunehmender, peristaltischer Wellen in der Pars pylorica, die in ganz bestimmter Weise vom Antrum pylori nach dem sich meist im Kontraktionszustande befindenden Pylorus verlaufen. Sie können sich dort verlieren, vermögen jedoch daselbst auch unter gewissen Umständen, d. h. bei künstlichen Reizungen des Magens (elektrisch etc.) und des N. vagus, bei Lufteinwirkung und dergleichen, umzukehren und bis zum Antrum pylori in Gestalt von antiperistaltischen Wellen zurückzulaufen.

2. im Auftreten einer, zwischen Drüsenmagen bezw. Fundus und Pars pylorica liegenden Einschnürung, die beide Portionen eine zeitlang vollständig oder fast vollständig voneinander trennt und die unter dem Namen Antralfurche bekannt ist.

3. in solchen Einschnürungen der Magenwandungen, die im Vormagen bezw. zwischen Vor- und Drüsenmagen auftreten können, die jedoch oft fehlen.

4. in dem Zustandekommen einer vom Oesophagus zum Pylorus führenden, längs der kleinen Kurvatur sich erstreckenden schmalen Rinne, der sogenannten Magenstraße, die dem Transport eines Teiles der Nahrungsmittel und vor allem des Getränks dient.

Am Schlusse meiner Arbeit erwächst mir die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimen Rat Prof. Dr. med. et phil. Ellenberger für die freundliche Ueberlassung des Themas sowie ihm und Herrn Prof. Dr. Scheunert für die liebenswürdige Unterstützung, deren ich mich bei der Anfertigung vorliegender Dissertationsschrift zu erfreuen hatte, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Letzterem bin ich noch dadurch zu besonderem Danke verpflichtet, daß er mir zahlreiche seltene ältere Werke aus seiner Privatbücherei zur Verfügung stellte, die ich teilweise in öffentlichen Büchereien nicht erhalten konnte.

Gleichzeitig nehme ich Veranlassung, den Herren Assistenten Dr. Trautmann und Dr. Lötsch für ihre gütigen Bemühungen bei Anordnung meiner Versuche sowie bei Beschaffung der nötigen Literatur herzlichst zu danken.

Literaturverzeichnis.

1. Balthazard u. Roux, Etude de fonctionnement moteur de l'estomac. Arch. de physiol. 1898. A. 10, p. 85.
2. Baum, H., Die Lage des Magens vom Hunde in den verschiedenen Füllungsgraden und die Rotationstheorie. Deutsch. Zeitschr. f. Tiermedizin. Bd. XV. 1889, p. 422.
3. du Bois-Reymond, R., Physiologie d. Menschen u. d. Säugetiere. Berlin 1908, p. 179.
4. Beaumont, Neue Versuche und Beobachtungen über den Magensaft u. d. Physiologie d. Verdauung, a. d. Englischen übers. v. Dr. B. Luden. Leipzig 1834.
5. Betz, Prager Vierteljahrsschr. f. prakt. Tier-Heilkunde. 1853, p. 106.
6. Bérard, Cours de physiologie. A. II, p. 64.
7. Bernstein, Lehrbuch der Physiologie etc. Stuttgart. 1894, p. 187.
8. Bernard, Claude, Journal vétérinaire et agricole de Belgique. 1844.
9. Bowmann u. Todd, Anatomical Physiology of Man, A. II, p. 198.
10. Boruttan, H., Kurzes Lehrbuch der Physiologie für Mediziner. Leipzig, Wien 1898, p. 124.
11. Bidder u. Schmidt, Die Verdauungssäfte u. d. Stoffwechsel. Mitau u. Leipzig. 1852, p. 29.
12. Brinton, M., Contribution to the Physiology of the Alimentary Canal. (Medical Gazette, 1849), A. XLIII, p. 1024.
13. Boldireff, W. N., Archiv des sciences biol. de St. Petersbourg 1904.
14. Derselbe, Zentralblatt f. Physiologie. 18, 457. 1904.
15. Brücke, E., Vorlesungen über Physiologie. Wien 1881. Bd. I. 293 ff.
16. Budge, Lehrbuch d. spez. Physiologie d. Menschen. Leipzig 1862. II. Buch, p. 177.
17. Derselbe, Memoranda der spez. Physiologie d. Menschen. Weimar 1848.
18. Celsus, C., Medicin. lib. primus., p. 5 (edit. de Bianconi, 1785).
19. Cruveilhier, Anatom. descriptive. Paris 1834, vol. II, p. 458.
20. Colin, E., Traité de physiologie comparée des animaux. Paris 1871.
21. Coleman, nachzusehen bei Abernethy, Physiological Lectures.
22. Cook, Ein Fall fistulöser Magenöffnung. (Frorieps Notizen.) 1834, A. XLII, p. 11.
23. Cannon, W. B., The mouvements of the stomach etc. Americ. Journ. of Physiol. 1898, vol. 1, p. 359.
24. Derselbe, 55. Session of the Americ. Medical-Ana. January, 1905.
25. Derselbe, The Medical News. May, 1905.
26. Derselbe, The passage of different foodstuffs from the stomach and through the small intestine. Americ. Journ. physiol. 12, 387. 1904.

27. Cannon u. Blacke, Gastroenterostomy. 1905. (Separat-Abdruck.)
28. Cannon u. Day, Salivary digestion in the stomach. Americ. Journ. physiol. 9, 396. 1903.
29. Cohnheim, Citate von A. Serdjukow und L. Lintwarew. Münchn. Med. Wochenschrift. Nr. 52. 1907. — Beobachtungen über Magenverdg. M. med. W. Nr. 52, 1907.
30. Donders, Physiologie d. Menschen, übersetzt von Theile. Leipzig 1856, p. 291.
31. Eberle, Physiologie d. Verdauung nach Versuchen auf natürl. und künstl. Wege. Würzburg 1838.
32. Edwards, Milne, Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux. Paris 1860. Bd. 6.
33. Ewald, Die Lehre v. d. Verdauung. Berlin 1879, p. 63.
34. Ellenberger, Vergleichend. Physiologie d. Haussäugetiere. Berlin 1890.
35. Ellenberger u. Hofmeister, Ueber die Verdauungssäfte u. d. Verdauung d. Pferdes. Arch. f. wissensch. u. prakt. Tierheilkunde. Bd. IX. 1883, p. 261—292, 1. Tafel.
35a. Ellenberger u. Scheunert, Die Verdauung. Im Lehrb. d. Physiol. d. Menschen von Zuntz u. Löwy. 1910.
35b. Ellenberger u. Scheunert, Vergleichende Physiologie der Haussäugetiere. Berlin. Parey 1910.
36. Fick, A., Compendium d. Physiolog. d. Menschen. Wien 1874, p. 279.
37. Frerichs, Handwörterbuch d. Physiologie, von Dr. R. Wagner, Braunschweig 1846. III. Bd, p. 822.
38. Funke, Lehrbuch d. Physiologie. Leipzig 1858. Bd. 1. § 52, p. 197.
39. Galenus, Oeuvres anatomiques, physiologiques et medicales de Galiens. Par le Dr. Ch. Daremberg. Tome premier. Paris 1854, p. 290.
40. Gruenhagen, A., Lehrbuch d. Physiologie. Hamburg, Leipzig 1885. Bd. I. § 28. S. 223.
41. Gurlt, Lehrbuch d. vergl. Physiolog. d. Haussäugetiere. Berlin 1847, p. 16.
42. Derselbe, Handbuch d. vergl. Anatom. d. Haussäugetiere. 1822.
43. Grützner, G., Ueber die Bewegungen des Darminhaltes. Pflüg. Arch. Bd. 171. 1898, p. 492.
44. Derselbe, Ein Beitrag zum Mechanismus d. Magenverdauung. Pflüg. Arch. Bd. 106. 1905, p. 463.
45. Gyllenskoeld, Ueber die Fibrae obliques des Magens. Arch. f. Anatom. 1862.
46. Goldschmidt, Zeitschr. für physiol. Chemie. Bd. 10. 1886, p. 384.
47. Graf, Handbuch d. Zootomie d. Pferdes. 1846, p. 228.
48. Hippokrates, Hippokrates' sämtliche Werke, übersetzt von Dr. R. Fuchs. München 1894. Bd. 1.
49. Haller, A. v., Grundriß d. Physiologie, bearbeitet v. M. v. Leveling.
50. Derselbe, Elementa physiolog. Bernae 1764. § 5, p. 263; § 12, p. 282.
51. Hagemann, Otto, Physiologie d. Haussäugetiere. Stuttgart 1906, p. 82.
52. Hermann, Lehrbuch d. Physiologie. Berlin 1905. 11. Kap., p. 611.
53. Hermann, L., Handbuch d. Physiologie. Leipzig 1883.
54. Home, Lectures on Comparative Anatomy, A. I, p. 140.

55. Hofmeister u. Schütz, Arch. f. experiment. Pathol. u. Pharm. 20. l. 1885. — Ueber die automatischen Bewegungen des Magens. Arch. f. experiment. Pathol. u. Pharm. 20. S. l. 1885.
56. Hirsch, A., Zentralblatt f. klin. Med. 1892. 1893.
57. Derselbe, Zentralblatt f. inn. Med. 22, 33. 1901.
58. Hasse, Der menschl. Magen. Arch. f. Anatom. u. Physiol. 1905.
59. Hildebrand, Handbuch d. Anatomie, herausgegeb. v. F. A. Weber. 1832.
60. Katschowski, Ueberleben d. Hunde nach gleichseitiger doppelter Vagotomie am Halse. .Pflüg. Arch. 84, 6. 1901.
61. Kaufmann, Zum Mechanismus d. Magenperistaltik. Wien. med. Wochenschr. Nr. 32. 1905.
62. Derselbe, Kontraktionsphaenomene im Magen. Wien. klin. Wochenschr., 20. Jahrg. 1907, p. 1064.
63. Kaufmann u. Holzknecht, Die Peristaltik d. Antrum pylori des Menschen. Mitteilung. a. d. Labor. f. radiolog. Diagnostik i. Wien. Bd. 1.
64. Kelling, Zeitschr. f. Biol. 44, 161. 1903.
65. Derselbe, Studien z. Chirurgie d. Magens. Arch. klin. Chirurg. 62. l. 1900.
66. Kuss u. Déval, Citat nach Poensgen, Die motorischen Verrichtungen d. menschl. Magens. Straßburg 1882.
67. Landois, L., Lehrbuch d. Physiologie d. Menschen. Wien u. Leipzig, p. 292, 1885.
68. Leuret u. Laissaigne, Recherches physiologiques et chimiques, pour servir à l'histoire de la digestion. Paris 1825. Article V, p. 109, 110.
69. Longet, M., Traité de physiologie. 1857. A. I, 2. partie, p. 127.
70. Ludwig, Institutiones physiolog. Colomae 1785, p. 139.
71. Ludwig, Lehrbuch d. Physiolog. d. Menschen. 2. Bd. Leipzig u. Heidelberg 1856, p. 396.
72. Leven, Abhandlung über Magenkrankheiten. Paris 1849, p. 76.
73. Leveling, Diss. sistens pylorum. anatom.-physiolog. cons. veratrum. Argent. 1764, p. 22.
74. Luschka, Die Anatomie d. Menschen. Bd. 2. 1863, p. 190.
75. Leßhaft, Virchows Archiv. Bd. 87. 1882, p. 69.
76. Magendie, Handbuch d. Physiologie, übersetzt v. Hausinger. 1836.
77. Mayo, Outlines. P. 132.
78. Moritz, F., Zeitschr. f. Biolog. XXXII. 1895, p. 359.
79. Derselbe, Zeitschr. f. Biolog. 42, 565. 1901.
80. Derselbe, Verhandlg. d. Kongr. f. inn. Med. 1893.
81. Derselbe, München. med. Wochenschr. 1895, 1898.
82. Munk, Physiolog. d. Menschen u. d. Säugetiere. Berlin 1897, p. 141.
83. Meißner u. Schmidt, Encyklopaedie d. Wissenschaften. Bd. XII. 1833.
84. Meckel, Handbuch d. menschl. Anatomie. Bd. II. 1821.
85. Mering, J. v. (mit Aldehoff u. Happel), 12. Kongr. f. inn. Medizin. 1893, p. 471.
86. Derselbe, Therapeutische Monatshefte. 7, 201. 1893.

87. Müller u. Schwarznecker, Pferdezucht. 1879, p. 393.
88. Magnus, R., Die Bewegungen d. Verdauungskanals. Ergebnisse d. Physiolog. von Ascher u. Spiro. Wiesbaden 1908, p. 32.
89. Müller, Joh., Handbuch d. Physiolog. d. Menschen für Vorlesungen. Coblenz 1840. II. Buch, IV. Abschn. III. Cap, p. 483.
90. Müller, A., Wie ändern die von glatter Muskulatur umschlossenen Hohlorgane ihre Größe. Pflüg. Arch. 116, 252. 1906.
91. Müller, Franz, Lehrbuch d. Physiol. d. Haussäugetiere. 1862, p. 71.
92. Otto, F., Arch. f. experiment. Pathol. u. Pharmac. 52, 370. 1905.
93. Otto, Carl, Grundzüge d. Physiologie. Leipzig 1856, p. 9.
94. Philip, Wilson, Die Gesetze d. Lebens etc., übersetzt von W. Southeimer, p. 114.
95. Paladino, Istituzione di Fisiologica. Napoli 1885. Cap. V, p. 503.
96. von Pfungen, Centralbl. f. Physiol. I. 1887, p. 220.
97. Plato, vergl. Häser, Geschichte d. Medizin. Bd. I, p. 213.
98. Polansky (Bruckmüller), Lehrbuch d. Physiologie f. Tierärzte, p. 170.
99. Richet, Dictionnaire de Physiologie. Paris, p. 399.
100. Richerand, Physiologie. Paris 1833, vol. I, p. 241.
101. Rosemann, L. Landois, Lehrbuch d. Physiologie d. Menschen. Berlin u. Wien 1909, p. 244.
102. Ranke, Grundzüge d. Physiolog. d. Menschen. Leipzig 1875, p. 245.
103. Spallanzani, Versuche uber das Verdauungsgeschäft d. Menschen u. verschiedener Tierarten. Uebersetzt von Dr. Michaelis. Leipzig 1785.
104. Schultz, De aliment. concoctione, p. 28.
105. Schultz, Zu Munks Lehrbuch d. Physiologie d. Menschen u. d. Säugetiere. Berlin 1905, p. 143.
106. Schmidt u. Mühlheim, Grundriß d. spez. Physiologie d. Haussäugetiere. Leipzig 1879, p. 794.
107. Schiff, Maurice, Leçons sur la physiologie de la digestion. II. T.
108. Schlippe, P. D., Arch. f. klin. Med. 76, 450. 1903.
109. Schemiakine, La physiologie de la région pylorique de l'estomac du chien. Arch. des sciences biol. de St. Petersbourg. 10, 158. 1904.
110. Sussdorf, Beiträge zum Situs der Baucheingeweide d. Pferdes. Deutsche Zeitschr. f. Tiermedizin. Bd. VIII. 1882, p. 1 etc.
111. Strecker, Ueber den Verschluß d. Cardia. Arch. f. Anatom. u. Physiol. 1905.
112. Seber, Max, Die Muskulatur u. das elastische Gewebe d. Magens d. Einhufer u. Schweine. Inaug.-Dissert. Zürich 1909, p. 20.
113. Sée, Germain, Die Lehre v. Stoffwechsel u. d. Ernährung. Uebersetzt v. Salomon. Leipzig 1888, p. 47.
114. Scheunert, A., Zum Mechanismus d. Magenverdauung. Arch. f. Physiol. Bd. 114. 1906, p. 64.
115. Derselbe, Ueber den Einfluß d. Körperbewegung auf d. Verdauung u. Nährstoffabsorption d. Pferdes. Pflüg. Arch. 109, 145. 1905.
116. Treviranus, Biologie u. Physiologie d. lebenden Natur f. Naturforscher u. Aerzte. Göttingen 1814.

3 0112 042493608

117. Tigerstaedt, Lehrbuch d. Physiolog. d. Menschen. Leipzig 1902, p. 309.
118. Tiedemann, Physiologie d. Verdauung, p. 182.
119. Tiedemann u. Gmelin, Die Verdauung nach Versuchen. Heidelberg u. Leipzig. 1831.
120. Tappeiner, Zeitschr. f. Biol. 16, 497. 1880.
121. Tobler, L., Zeitschr. f. physiol. Chemie. 45, 185. 1903.
122. Tannhofer, Grundriß d. vergl. Physiologie u. Histologie. Stuttgart 1885, p. 116.
123. Valentin, P., Grundriß der Physiologie d. Menschen. Braunschweig 1855, p. 53.
124. Walaeus, zitiert nach Treviranus. Biol. d. leb. Natur. Bd. 4, V. Buch, 3. Abschn., p. 399.
125. Wepfer, hist. cicutae aquaticae. Basel. 1679, p. 177.
126. Walter, Th. Fr.. Physiologie d. Menschen mit durchgäng. Rücksicht a. d. comparative Physiologie d. Tiere. Landshut 1807, p. 205, 206.
127. Weiss, Spezielle Physiologie d. Haussäugetiere. 1869, p. 66.
128. Zaitscheck, Zur Physiologie d. Muskelmagens d. körnerfressenden Vögel. Pflüg. Arch. 104, 608. 1904.
129. Erasistratus, vergl. Häser, Geschichte der Medizin. Bd. I, p. 239.
130. Plistonicus, cf. Milne Edwards, Leçons sur la physiol. etc. 251.
131. Aristoteles, cf. Häser, Geschichte der Medizin. Bd. I, p. 219.
132. Asklepiades, cf. Milne Edwards, Leçons sur la physiol. etc. p. 252.
133. Boerhaave, cf. Spallanzani, Versuche über die Verdg. Leipzig 1785, V. Abhandlg. §§ 219 bis m. 239.
134. Peyer, cit. b. Schiff, Leçons sur la physiol. de la digest. II. Teil, p. 310.
135. Schwartz, Benj., cit. b. Schiff, Leçons sur la physiol. de la digest. II. Teil, p. 311.
136. Réaumur, cit. b. Spallanzani, Vers. über d. Verdg. 2. Abhandlg. § 2, p. 3. Leipzig 1785.
137. Redi, Experienze intorno a cofe naturali.
138. Magalotti, Saggio di naturali experienze.
139. Steiner, J., Grundriß d. Physiologie d. Menschen. Leipzig 1878. p. 147.
140. Vogt, Carl, Physiol. Briefe. Gießen 1861, p. 62.
141. Vierordt, K., Grundriß d. Physiolog. d. Menschen. Tübingen 1861, p. 125.
142. Bunge, Physiolog. des Menschen. II. Bd. Leipzig 1901.
143. Nagel, Handbuch d. Physiol. d. Menschen. Braunschweig 1906. II. Bd.
144. Roßbach, Beitr. z. L. v. d. Bew. d. Mag. D. Arch. f. klin. Med. Bd. 46, p. 296. 1890.